



**UNICAMP**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**

**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**

**PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

**ANÁLISE ESPACIAL DA ENDEMIAS DE LEPTOSPIROSE NA CIDADE DE SÃO  
PAULO, UMA ABORDAGEM BASEADA EM GEOPROCESSAMENTO**

**Gustavo Garcia Fontes Duarte**

Dissertação apresentada no Instituto de Geociências como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Geografia.

**Orientador:** Prof. Dr. Marcos César Ferreira

**Catálogo na Publicação elaborada pela Biblioteca  
do Instituto de Geociências/UNICAMP**

D85a Duarte, Gustavo Garcia Fontes.  
Análise espacial da endemia de leptospirose na cidade de São Paulo,  
uma abordagem baseada em geoprocessamento / Gustavo Garcia Fontes  
Duarte-- Campinas,SP.: [s.n.], 2008.

Orientador: Marcos César Ferreira.  
Dissertação (mestrado) Universidade Estadual de Campinas, Instituto  
de Geociências.

1. Leptospirose. 2. Análise espacial. 3. Sistema de informação  
geográfica. I. Ferreira, Marcos César. II. Universidade Estadual de  
Campinas, Instituto de Geociências. III. Título.

Título em inglês Spatial analysis of the leptopirosis endemic in the city of Sao Paulo, an  
approach based on geoprocessing.

Keywords: - Leptospirosis;  
- Spatial analysis;  
- GIS.

Área de concentração: Análise Ambiental e Dinâmica Territorial

Titulação: Mestre em Geografia.

Banca examinadora: - Marcos César Ferreira;  
- Ailton Luchiari;  
- Lindon Matias Fonseca.

Data da defesa: 26/08/2008

Programa de Pós-graduação em Geografia.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS  
PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA  
ÁREA ANÁLISE AMBIENTAL E DINÂMICA TERRITORIAL

**AUTOR: GUSTAVO GARCIA FONTES DUARTE**

ANÁLISE ESPACIAL DA ENDEMIAS DE LEPTOSPIROSE NA CIDADE DE SÃO  
PAULO, UMA ABORDAGEM BASEADA EM GEOPROCESSAMENTO

ORIENTADOR: Prof. Dr. Marcos César Ferreira

Aprovada em: 26 / 08 / 2008

EXAMINADORES:

Prof. Dr. Marcos César Ferreira

Prof. Dr. Lindon Fonseca Matias

Prof. Dr. Ailton Luchiari

 Presidente





Campinas, 26 de agosto de 2008

*Aos agentes de saúde  
de São Paulo.*



## **Agradecimentos**

Agradeço primeiramente à minha família pela confiança e ajuda constante.

Aos Profs. Drs. do Instituto de Geociências da UNICAMP, Adriana Bernardes, Álvaro Crósta, Arquimedes Filho, Lindon Matias, Ricardo Castillo e Tereza Luchiari. Agradeço ao Prof. Dr. Ailton Luchiari da Universidade de São Paulo e principalmente ao Prof. Dr. Marcos César Ferreira, pelos conselhos e por sua paciência durante a elaboração desta dissertação.

À Coordenação de Vigilância em Saúde pela ajuda recebida. Entre os solícitos profissionais destaco Pedro Vilaça e Maria Graça Soares dos Santos.

Às funcionárias da Pós Graduação do Instituto de Geociências da UNICAMP, Valdirene Pinotti e Edinalva Schultz, pela eficiência e grande ajuda com os trâmites burocráticos.

Aos colegas do Instituto de Geociências da UNICAMP que contribuíram para este trabalho, em especial para Lucíola Magalhães e Rogério Machado. E também a Érico Zacchi, por seus questionamentos e ironias construtivas.

Aos integrantes da república Suíno's House: Daniel “Palada FTW” Barboza, Guilherme “Sushi” Borges e Henrique “Chatuba Mcfly” Padoves, pelos serviços e desserviços ao longo dos anos.

Aos novos colegas da Navteq do Brasil, em especial Rogério Rigato, pela compreensão da importância do término deste trabalho.

À Daniele Beck Cardoso, companheira nos melhores e piores momentos.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	- 1 -
2. OBJETIVOS DA DISSERTAÇÃO.....	- 3 -
3. CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO, ZONA LESTE DE SÃO PAULO - 4	
-	
3.1 Atributos Físicos e Humanos.....	- 4 -
3.2 Adensamento urbano e impermeabilização do solo .....	- 10 -
4. PAISAGEM DOS LOCAIS ACOMETIDOS PELA LEPTOSPIROSE.....	- 13 -
4.1 – Relação Homem e Meio .....	- 31 -
5. ANÁLISE ESPACIAL DE DADOS DE SAÚDE .....	- 45 -
6. LEPTOSPIROSE: CARACTERÍSTICAS, QUADRO ETIOLÓGICO E VETORES - 51	
6.1 – Características Etiológicas.....	- 51 -
6.2 – Características Epidemiológicas e Clínicas.....	- 53 -
6.3 Os Principais Vetores da Doença na Cidade .....	- 56 -
7. METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS ADOTADOS .....	- 62 -
7.1 Arcabouço Teórico .....	- 62 -
7.1.2 Sistemas de Informação Geográfica e a Abstração do Espaço.....	- 69 -
7.1.3 Abstração Parcial do Espaço Geográfico .....	- 70 -
7.1.3.1 O Formato Vetorial.....	- 71 -
7.1.3.2 O Formato Raster .....	- 72 -
7.2 Análise Espacial Proposta .....	- 74 -
7.2.1 O Teorema de Bayes Aplicado no Espaço .....	- 75 -
Figura 7.2 – Superposição de Planos de Informação meramente ilustrativos .....	- 76 -
7.2.2 Análise Espacial Através dos Pesos de Evidência.....	- 79 -
7.3 Construção de um Modelo para Leptospirose na Zona Leste de São Paulo .....	- 81 -
7.3.1 Elaboração dos Planos de Informação.....	- 82 -
8. PADRÃO ESPACIAL DA LEPTOSPIROSE NA ZONA LESTE DE SÃO PAULO - 110	
-	
8.1 Atribuição de Pesos e Generalizações dos P. I. ....	- 110 -
CONCLUSÕES .....	- 141 -
BIBLIOGRAFIA .....	- 143 -

ANEXOS .....	- 147 -
--------------	---------

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 4.1</b> – Mapa de parte do município de São Paulo demonstrando os locais visitados. . -	
13 -	
<b>Figura 4.2</b> – Casas construídas contiguamente ao leito do rio. Foto tirada no dia 26 de março de 2007.....	- 15 -
<b>Figura 4.3</b> – Vista da ponte para o córrego coberto por barraco. Foto tirada no dia 27 de março de 2007.....	- 17 -
<b>Figura 4.4</b> – Vista do córrego coberto em detalhe. Mesmo ponto de observação, visada mais baixa para que ocorra contato visual com o córrego. Foto tirada no dia 27 de março de 2007. ....	- 19 -
<b>Figura 4.5</b> – Acréscimo de cômodos nas casas é comum nessas áreas. Como também pode ser visto na foto, a expansão nem sempre é horizontal, muitas vezes ela ocorre verticalmente, o que aumenta o risco no caso de desabamentos. Foto tirada no dia 28 de março de 2007.....	- 21 -
<b>Figura 4.6</b> – Além da invasão do leito do rio, há uma grande quantidade de lixo na área. Foto tirada no dia 28 de março de 2007.....	- 23 -
<b>Figura 4.7</b> – Área de limite entre a favela e mata fechada. Anteriormente ligada por uma pequena ponte; passarela que não resistiu às chuvas no lugar. Favela Futuro Melhor, zona norte. Foto tirada no dia 27 de março de 2007. ....	- 25 -
<b>Figura 4.8</b> – Visão da parte frontal da recicladora; carroça e carrinho utilizados no transporte do material reciclável. Navegação nas figuras facilitada pelos retângulos vermelhos; pontos de referência. Foto tirada no dia 2 de abril de 2007. ....	- 27 -
<b>Figura 4.9</b> – Visão sobre os tapumes da foto anterior. Depósito de lixo para triagem e posterior reciclagem. Residências vizinhas ao fundo separadas por tapumes. Foto tirada no dia 2 de abril de 2007.....	- 27 -
<b>Figura 4.10</b> – Barraco em frente ao local mostrado nas imagens anteriores. Nesta residência foram encontrados pelos agentes de saúde sinais claros de infestação, como fezes de ratos. Foto tirada no dia 2 de abril de 2007. ....	- 29 -
<b>Figura 4.11</b> – Situação muito propícia para foco de leptospirose. “Recicladora”, numa área residencial e próxima a um córrego. Foto tirada no dia 26 de março de 2007. ....	- 29 -

<b>Figura 4.12</b> – Conjunto habitacional afetado pela leptospirose. Garagens contíguas utilizadas como depósitos de lixo para reciclagem e bares. Foto tirada no dia 26 de março de 2007.....	- 31 -
<b>Figura 4.13</b> – Labirinto formado por barracos por barracos sobre o córrego. Espaço entre a base dos barracos e a água corrente é menor que um metro. À direita um dos poucos trechos visíveis do córrego. Jabaquara, zona sul da cidade.....	- 33 -
<b>Figura 4.14</b> – Rua paralela a um córrego na zona oeste. Apesar da proximidade, a procura do córrego por indivíduos que desconhecem o lugar é difícil, já que não é possível contato visual. Setas indicam entrada (foto da esquerda) e o local onde há contato visual com o rio (direita).....	- 35 -
<b>Figura 4.15</b> – Favela Vietnã no sul da cidade. Caçamba utilizada pela concessionária para a coleta do lixo. Ao fundo casas nas margens e sobre o leito do rio sustentadas apenas por vigas de madeira. ....	- 37 -
<b>Figura 4.16</b> – Cidade Ademar. Roedor, apesar dos hábitos noturnos se alimenta durante o dia.....	- 37 -
<b>Figura 4.17</b> – Apesar do esforço para realização da coleta de lixo, muito ainda é jogado no córrego. A falta de saneamento também é clara na foto, já que canos despejam diretamente o esgoto das residências no rio. ....	- 39 -
<b>Figura 4.18</b> – Canos protegidos com câmaras de pneu para impedir a entrada de animais durante as cheias. Altura da proteção sugere o nível das águas durante uma enchente. .	- 41 -
<b>Figura 4.19</b> – Na primeira foto há canos que distribuem água para as residências. Durante a visita, foi possível visualizar marcas de gordura deixada pelos ratos. A segunda foto mostra grande quantidade de ligações clandestinas de eletricidade. Os “gatos” também servem como locomoção para os ratos, permitindo um melhor deslocamento entre as residências... -	43 -
<b>Figura 6.1</b> – Gráfico que representa a dinâmica da leptospirose no país entre 1991 e 2003. -	51 -
<b>Figura 6.2</b> – Sente-se gripado? Pode ser Lepto. Conte ao seu médico que você trabalha com carne. Anúncio utilizado para conscientização dos trabalhadores neozelandeses. Guidelines for the Control of Occupationally Acquired Leptospirosis (2001) .....	- 54 -

<b>Figura 6.3</b> – Relação entre precipitação e número de casos de leptospirose na cidade de Calicute, Índia, em 2002. Fonte: Pappachan et al (2003) .....	- 56 -
<b>Figura 6.4</b> – A ratazana se diferencia do rato de telhado principalmente pelo tamanho do corpo e das patas traseiras. Fonte: Guia de Vigilância Epidemiológica, 2005. ....	- 57 -
<b>Figura 6.5</b> – Rato de telhado, menor porte em relação à ratazana, mas maior habilidade em escalar paredes e andar por fios. Fonte: Guia de Vigilância Epidemiológica, 2005. ....	- 59 -
<b>Figura 7.1</b> – Pesquisa simples numa tabela do software Arcmap.....	- 67 -
<b>Figura 7.2</b> – Superposição de Planos de Informação meramente ilustrativos .....	- 76 -
<b>Figura 7.3</b> – Diagrama Venn .....	- 77 -
<b>Figura 7.4</b> – Fluxograma da modelagem de dados adotada no software.....	- 82 -
<b>Figura 7.5:</b> Fluxograma das informações sobre os casos de leptospirose advindos do SINAM.....	- 83 -
<b>Figura 7.6:</b> Mapa das residências onde houve pessoas infectadas.....	- 87 -
<b>Figura 7.7</b> – Quadro explicativo dos modos de análise do software Arcsdm.....	- 90 -
<b>Figura 7.8</b> – Mapa do uso do solo na zona leste de São Paulo. ....	- 91 -
<b>Figura 7.9</b> – Declividades da zona leste de São Paulo .....	- 95 -
<b>Figura 7.10</b> – Rios da zona leste de São Paulo. ....	- 99 -
<b>Figura 7.11</b> – Setores com depósito de lixo inadequado, terrenos baldios.....	- 103 -
<b>Figura 7.12</b> - Setores com depósito de lixo inadequado, rios. ....	- 107 -
<b>Figura 8.1</b> – Uso do solo em formato binário. ....	- 113 -
<b>Figura 8.2</b> – Declives em formato Binário. ....	- 117 -
<b>Figura 8.3</b> – Distâncias dos rios em formato binário.....	- 121 -
<b>Figura 8.4</b> – Distâncias relevantes dos setores censitários que depositam lixo em terrenos baldios. ....	- 125 -
<b>Figura 8.5</b> -Distâncias relevantes dos setores censitários que depositam lixo nos rios.-	- 129 -
<b>Figura 8.6</b> – Mapa de probabilidade posteriori.....	- 133 -
<b>Figura 8.7</b> – Subdivisões da zona leste.....	- 137 -

## LISTA DE TABELAS

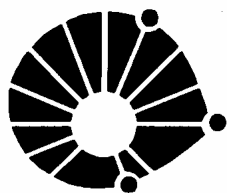
Tabela 3.1 - Horários das enchentes na marginal Tietê no dia 8 de novembro de 2000 .	- 12 -
Tabela 6.1 – Lista parcial de novas espécies de leptospira.....	- 52 -
Tabela 7.1 – Piscinões de São Paulo.....	- 85 -
Tabela 8.1 – Pesos obtidos após análise do PI uso do solo no ArcSdm3.1 .....	- 111 -
Tabela 8.2 - Pesos obtidos após análise do PI de declividades no ArcSdm3.1 .....	- 115 -
Tabela 8.3 - Pesos obtidos após análise do PI das distâncias dos corpos hídricos no ArcSdm3.1 .....	- 119 -
Tabela 8.4 - Pesos obtidos após análise do PI das distâncias do setor censitário V042 no ArcSdm3.1 .....	- 123 -
Tabela 8.5 - Pesos obtidos após análise do PI das distâncias do setor censitário V043 no ArcSdm3.1 .....	- 127 -

## **LISTA DE QUADROS**

**Anexo 01** – Parte da ficha que deve ser preenchida após a confirmação de um caso de leptospirose. .... - 147 -

**Anexo 02** – Em destaque o campo 29 da ficha do Sinan. .... - 148 -





**UNICAMP**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS**  
**INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS**  
**Pós-Graduação em Geografia**

**RESUMO**

Este trabalho trata das endemias de leptospirose que ocorreram na cidade de São Paulo em 2006. Através de um viés geográfico, amparado nas facilidades proporcionadas pelos Sistemas de Informação Geográfica, busca-se enumerar e hierarquizar feições espaciais das áreas mais acometidas, para assim estabelecer uma relação entre o espaço geográfico e a doença, para então posteriormente elaborar um mapa de áreas de risco. Após uma breve apresentação da paisagem das áreas endêmicas, a zona leste da cidade de São Paulo torna-se objeto para aplicação do método geográfico. Aspectos físicos e sociais são analisados conjuntamente por uma de uma matriz geográfica, portanto, através das abordagens corológica e espacial do espaço geográfico. No ambiente computacional, os Sistemas de Informação Geográfica tornam possível um estudo através dos pesos de evidência, que consiste na elaboração de probabilidades do acontecimento de um fenômeno a priori, sem intervenções, e a posteriori, com novas probabilidades de chance de acontecimento após a inserção de novas informações. Tais informações recebem neste trabalho o rótulo de planos de Informação. Para lidar com as endemias na zona leste os seguintes planos de informação foram utilizados no modelo: uso do solo, declividade, rede hidrográfica e setores censitários com residências que depositam seu lixo nos rios ou em terrenos baldios. Estes planos de informação são trabalhados no software ArcSDM3.1 para se identificar, através dos pesos de evidência, quais mais contribuem para a espacialização da doença. Após a enumeração dos constituintes desses planos de informação mais importantes para o fenômeno, elaborase o mapa de probabilidades posterior, que identifica na zona leste de São Paulo as áreas que apresentam o maior risco para o contágio da doença.

**Palavras-Chave:** Geografia, Leptospirose, SIG, Pesos de Evidência.

## ABSTRACT

This thesis deals with the leptospirosis endemics that occurred in the city of São Paulo during 2006. The goal of this work is to list and prioritize spatial features of the most affected areas and is accomplished by entering a spatial bias using a Geographic Information System. Those areas identified as high-risk are further displayed on a map in order to establish a relationship between the disease and the geographic space. After performing a brief spatial analysis of the endemic areas, the Eastern Zone of the city of São Paulo stood out as most prominent for the implementation of the following geographic method. Physical and social aspects are examined jointly through a geographic matrix using chorological and spatial approaches of the geographic space. Geographic Information Systems make possible the configuration of a study based on the weight of evidence, an elaboration of the event probabilities of a phenomenon a priori, without intervention, and a posteriori, with new probabilities of occurrence after the insertion of new information. Such information in this work receives the label of ‘information plans.’ In order to deal with eastern São Paulo’s endemics, the following information plans were used in the model: land use, slope, hydrological network, and census tracts containing the number of homes that discharge their waste into rivers or abandoned land. These information plans are put into practice using ArcSDM3.1 software in order to identify, through the weight of evidence, which ones contribute the most to the spread of the disease. After listing the information plans’ most important constituents in regard to the phenomenon, a probability map is created, which identifies what areas within East São Paulo represent the greatest risk of spreading the disease.

**Key Words:** Geography, Leptospirosis, GIS, Weight of Evidence.

## 1. INTRODUÇÃO

O período contemporâneo é descrito por muitos geógrafos como o momento da informação, sendo esta a principal força motriz que estimula os agentes transformadores do meio. Contudo, há autores que preconizam o fim da geografia. É de se estranhar que tal fato se dê atualmente, quando o conhecimento sobre determinadas partes do globo e a capacidade de analisá-las resulta em poder ou em alguns bilhões de dólares. Possivelmente, a afirmação impensada que acusa o fim desta ciência ocorre ao se constatar que não há mais limites para a técnica humana, que esta já tornou todo seu meio submisso não importando as especificidades de cada lugar. Neste caso há então um fim da Geografia? Claramente que não, mais uma valorização da ciência ainda maior. A submissão parcial do meio permite sua conquista, mas esta deve ser estimulada por algo, pois não se instala um grupo de trabalhadores em uma plataforma no oceano ou pesquisadores no ártico sem alguma razão.

O momento informacional atual dotado de grandes corporações, rapidez dos fluxos, e do aprofundamento de problemas urbanos, não resulta no fim da geografia, mas no aumento de suas responsabilidades. A ciência tem de lidar agora com cenários nas mais variadas escalas, além de tentar acompanhar a maleabilidade proporcionada pelo fluxo das informações, além do caráter efêmero de configurações espaciais que podem ser alteradas por uma movimentação inapropriada numa bolsa de valores.

Deste modo, a necessidade de informações sobre localidades se tornou essencial, tanto para o poder público como para as grandes corporações. Um meio de coleta de informações que hoje se encontra totalmente difundido é o sensoriamento remoto. Através de satélites ou aviões munidos de câmeras, é possível saber-se um pouco mais sobre o próprio território ou o vizinho, de um modo quase exato. E se além da coleta e armazenamento, houvesse a possibilidade da adição de informação a tais imagens? E se o armazenamento feito pelos computadores propiciasse ainda uma relação entre diferentes dados espaciais adquiridas resultando em informações antes escamoteadas? Estas idéias permearam as mentes dos geógrafos com o advento dos computadores e do sensoriamento remoto. Pode-se dizer que este fascínio pelos computadores, além da recusa da subjetividade, motivada pela quantificação, foram combustíveis essenciais para o surgimento do primeiro Sistemas de Informação Geográfica.

O SIG foi escolhido para ser a principal ferramenta utilizada neste trabalho. Tendo uma base de análise geográfica inteligível e algoritmos que a tornam possíveis, estes tipos de *software* foram utilizados para se analisar um fenômeno espacial de grande importância nas grandes cidades dos países tropicais do terceiro mundo, a leptospirose.

A endemia, palavra que já está dotada de informações espaciais, já que significa que a doença apresenta-se sempre nas mesmas áreas e é temporalmente limitada, acomete a cidade de São Paulo há muitos anos e em alguns casos pode ser fatal. Dada sua importância e espacialização concomitantemente ligada a fatores físicos e sociais, optou-se por analisar a endemia de leptospirose, enumerando características do espaço geográfico que propiciam surgimento de locais acometidos para posteriormente, após a hierarquização de tais fatores, elaborar mapas que demonstrem locais onde possam ocorrer novos casos.

Apesar de estar presente em várias áreas na cidade de São Paulo, optou-se aqui por construir o modelo de análise utilizando dados da zona leste da cidade e, conseqüentemente, elaborar um mapa apontando as locais que reúnam os condicionantes nesta mesma área.

## **2. OBJETIVOS DA DISSERTAÇÃO**

Busca-se aqui tratar de um problema de saúde pública da cidade de São Paulo, mas muito comum em cidades do terceiro mundo, a leptospirose. A doença, que atinge pessoas em todo o mundo, manifesta-se principalmente nas grandes cidades do terceiro mundo, de forma diferenciada. Ao contrário de outras doenças que acometem o Brasil, a leptospirose fica restrita a pequenas áreas que, após o período de chuvas torrenciais de verão do clima tropical, apresentam o surgimento de casos. O caráter endêmico da doença rouba-lhe importância em detrimento de epidemias como a dengue, cuja espacialização, obviamente, não é limitada.

Apesar de a doença ficar restrita a algumas áreas específicas, no período entre 1999 a 2003, houve a confirmação de 14.334 casos de leptospirose no país de acordo com o Guia de Vigilância Epidemiológica de 2005. Neste mesmo período, a doença apresentou uma taxa de letalidade de 12%, sendo por isto, doença detentora de um grande número de óbitos, mas limitada geograficamente a pequenas localidades dentro de grandes cidades, o que a torna difícil de ser combatida. Apesar do conhecimento de seus principais condicionantes, a doença é fruto de condições espaciais de difícil alteração, como habitações em áreas inadequadas e enchentes.

Objetiva-se então, proporcionar através do viés espacial advindo do olhar geográfico, um estudo que traga novas contribuições para um maior controle da endemia de leptospirose em São Paulo, tendo como recorte espacial a zona leste desta cidade. Munido-se de um Sistema de Informação Geográfica para realizar uma análise mais direta e profícua embasada no arcabouço teórico da Geografia, almejou-se identificar e hierarquizar as principais feições espaciais que condicionam a leptospirose em algumas áreas da zona leste de São Paulo, sendo este ordenamento de fatores útil para a confecção de um mapa probabilístico das áreas de maior contágio.

### **3. CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO, ZONA LESTE DE SÃO PAULO.**

Ab'Sáber (2004), em sua obra *São Paulo: Ensaio Entreveros*, dedica um capítulo ao tema de grande importância para este trabalho: as enchentes. No sexto capítulo, intitulado A “Revanche” das Águas, o geógrafo apresenta as consequências de uma urbanização que não levou em consideração os aspectos físicos do sítio que a comportou. A impermeabilização do solo e a especulação imobiliária desenfreada são abordadas, assim como os fatores mais problemáticos, sendo o rio Aricanduva um exemplo de quadro explicativo.

Apesar de o recorte escolhido restringir-se à cidade a zona leste, a tentativa de apresentar, mesmo que brevemente, a urbanização desta área em separado é inviável, já que a área é parte da cidade de São Paulo e teve sua ocupação “controlada” pelos mesmos agentes municipais. A abordagem referente à parte física da geografia é tratada em conjunto, já que o fenômeno endêmico escolhido como tema deste trabalho não pode ser reduzido somente a fatores físicos ou sociais.

#### **3.1 Atributos Físicos e Humanos**

Localizada na região sudeste do país, próxima ao litoral, o sítio onde se encontra a cidade de São Paulo foi um dos primeiros povoamentos do país. O fato se deve a sua proximidade com o litoral e os atrativos do mesmo. Navegações portuguesas optavam por portos mais seguros para suas embarcações, como a área formada por Santos, São Vicente e Guarujá. O relevo, que inicialmente favoreceu a ocupação ainda tímida do litoral, dificultou o início do povoamento na área correspondente atualmente à cidade. A Serra do Mar era considerada uma grande barreira, que só foi transposta anos após o estabelecimento dos primeiros povoados no litoral paulista.

O relevo acidentado e a difícil transposição da serra são melhores descritos por aqueles que fizeram a travessia ainda nos primeiros séculos de exploração portuguesa. O geógrafo Casal, em 1817, faz uma breve descrição da paisagem da área.

*Êste país não é montuoso, se excetuarmos a parte oriental, onde em todo o seu comprimento, ao longo do mar, tem a cordilheira geral, a que às vezes dão o nome de Cubatão. Esta Serra não é em toda a parte de uma mesma altura, nem corre sempre em igual distância da praia. Tem muitas quebradas, por algumas das quais descem torrentes para o oceano, e curvidades para o interior, deixando alguns pedaços de terreno médio; e é em toda a parte coberta por mato. Sendo quase geralmente alta para a banda do mar, tem pouco declívio para o poente: e é o terreno mais alto da província, depois de excetuarmos alguns montes dispersos no interior; pois que os mais caudalosos rios que a regam, tem nela suas origens e correm para o poente. (Casal, A. do, 1817 apud Ab'Sáber, 1957, p. 28)*

A descrição do padre, realizada há quase dois séculos, já explicita características muito importantes de seu relevo, especificidades que influenciaram e determinaram alguns dos eventos atuais na cidade, desde a localização do sítio urbano até a dificuldade da dispersão de poluentes. A drenagem endorréica do rio Tietê e Pinheiros e o *marasmo do chão* (Ab'Sáber, 1957) que hoje sustenta a cidade devem-se a geomorfologia da área.

Apesar de São Paulo pertencer à unidade morfoestrutural denominada por Ross (1997) como *Bacias Sedimentares Cenozóicas*, tal porção de terra pode ser descrita como uma ilha em meio à outra unidade, a do *Cinturão Orogênico do Atlântico*. Esta unidade, que contém a cidade de São Paulo e sua respectiva estrutura, está presente em todo o litoral, já que tem início no Uruguai e vai até o norte da Bahia. A grande densidade de drenagem deu ao estado uma quantidade de morros e colinas, desgastados pela erosão de um terreno antigo. A inconstância do relevo e a convexidade dos topos resultam numa paisagem denominada de mares de morros, nomenclatura que melhor retrata as formas da área.

Apesar da aparência entre si, há diferentes unidades morfológicas que circundam a cidade de São Paulo e sua geomorfologia diferenciada. À leste da cidade encontra-se o Planalto do Médio do vale Paraíba e o Planalto de Paraitinga/Paraibuna. Tais unidades morfológicas têm como característica comum a convexidade do alto de seus morros, dotados de declividade que variam de 20 a 30%. Ambas as áreas possuem uma densidade de drenagem entre média e alta.

Tanto no sul como à oeste da cidade há o predomínio da unidade morfológica denominada Planalto Paulistano/Alto Tietê. Apesar das altitudes médias serem mais altas do que dos planaltos anteriores, a convexidade dos morros permanece, sendo estes dotados de uma declividade média que varia de 10 a 20% e densidade de drenagem entre média e alta.

Ao norte encontra-se o Planalto de Jundiaí, unidade que mais destoa do restante. Uma das especificidades do nível alto deste planalto é a Serra do Japi, que é sustentada no seu topo por quartzitos e na sua base por granitos. A altimetria da área varia entre 900 e 1200 metros, além de uma grande densidade de drenagem. Essa combinação faz com que os entalhamentos do compartimento feito pelos rios resultem em declividades mais acentuadas, como valores que variam entre 30 e 40%, podendo chegar a 60% em algumas localidades.

Em meio ao relevo acidentado encontra-se a capital paulista, numa porção mais aplainada, mas ainda com uma densa rede de drenagens. Localizada sobre a terceira unidade morfoestrutural identificada por Ross (1997), as *Bacias Sedimentares Cenozóicas*, a cidade é embasada por duas unidades morfológicas, o Planalto de São Paulo e pela denominada Planícies Fluviais Diversas.

O Planalto de São Paulo apresenta declividades de 20 a 30%, como o entorno apresentado acima. As elevações predominantes variam de 700 a 800 metros, números ainda similares ao que já foi apresentado. Seu diferencial está nos topos aplainados e nas planícies fluviais dos rios Tietê, Tamanduateí e Pinheiros. As Planícies Fluviais Diversas confirmam o caráter aplainado da área, pois *são terrenos planos, de natureza sedimentar fluvial quaternária, geradas por processos de agradação. Encontram-se dispostas em áreas junto às margens dos rios e por serem áreas baixas e planas são sujeitas às inundações periódicas* (Ross, 1997, p. 52).

O depósito de sedimentos que embasa a área, é amplamente discutido por Ab'Sáber em sua tese de doutorado em 1957. O acúmulo de sedimentos flúvio-lacustres ocorrido no plioceno fez com que em meio a elevações com declividades consideráveis, houvesse uma ampla área plana que possibilitasse a instalação de um sítio urbano. A bacia do rio Tietê, responsável pela deposição e aplainamento da área, foi dividida pelo geógrafo em três



secções hidrográficas: *a serrana, correspondente à área granítico-gnaissica de Salesópolis, a paulistana, correspondente à região em que o rio secciona e atravessa morosamente os terrenos sedimentares (...) apalachiana, situada entre Barueri e Salto* (Ab'Sáber, 1957, p. 65). Guiando-se ainda pela obra do autor, vê-se que a drenagem da área apontada como plana e pouco variável é dendrítica, característica que corrobora a monotonia da estrutura, já que esse tipo de drenagem ocorre quando *a rocha dos substratos é homogênea, como um granito, por exemplo, ou ainda no caso de rochas sedimentares com estratos horizontais* (Teixeira *et al*, 2001).

O caráter plano da área fez com que em São Paulo se instalasse a aldeia dos jesuítas e primeiros bandeirantes. Optou-se pelo interflúvio dos rios Tamanduateí e Anhangabaú, dado seu caráter defensivo, pois antes de um maior desbravamento em direção as Minas Gerais, houve a necessidade de se resguardar o território já conquistado. A ocupação da porção de terra entre rios, que formou o conhecido triângulo<sup>1</sup> onde teve início a atual metrópole, já denuncia de certa maneira como se deu a urbanização na cidade dos grandes rios.

Ab'Sáber (2004, p. 144) descreve o crescimento da cidade como um processo de *saltação, de colina para colina, ao longo da margem esquerda do Tietê, fugindo dos terrenos brejosos, alagadiços e malsãos dos fundos dos vales*. A ausência de técnicas apropriadas obrigou a cidade durante muito tempo a recorrer aos topos aplainados das colinas. Os fundos de vale, com suas águas empoçadas após pequenas cheias ou devido ao curso natural dos rios, eram sabidamente poucos convidativos para a tentativa de urbanização. Monbeig (1984, p. 330) já havia atentado para tal fato no seu estudo sobre a marcha para o oeste paulista. Apesar da leishmaniose não ter sido ignorada, o autor concentra suas atenções em outra doença, a malária. Munido de dados que apontam endemias nas bacias do Tietê e do Paranapanema, numa área que chegava até o estado Paraná, o geógrafo relaciona a propagação e a fixação das doenças de acordo com o gênero de vida dos diferentes grupos de imigrantes que fizeram parte da colonização paulista. O

---

<sup>1</sup> A cidade cresceu em torno de seu centro histórico, compreendido pelo triângulo formado pela Rua Direita, 15 de Novembro e São Bento, Praça da Sé, do Patriarca, concentrando atividades comerciais e financeiras. (Lombardo, 1985, p. 68).

auge das epidemias de malária ocorreu com a invasão dos brejos pela pecuária, aproximando os colonos dos mosquitos. Monbeig (1984, p. 326) apresentou o gênero de vida dos imigrantes nipônicos como diferenciado, um trato espacial que fez com que houvesse menos vítimas da doença nestas colônias. Auxiliados por médicos, os imigrantes preocuparam-se com o saneamento de córregos, reforço dos barrancos e principalmente, *com a construção das casas a algumas centenas de metros dos cursos de água, reservando os intervalos a plantações de arroz, aos estábulos e chiqueiros* (Monbeig, 1984, p. 326). As simples medidas tomadas pelos nipônicos diminuíram muito o número de casos de malária neste grupo.

Já sabido as complicações advindas da ocupação dos vales, estes permaneceram evitados durante o início da urbanização da cidade. Somente após o domínio de técnicas mais sofisticadas, como saneamento dos córregos e a canalização, a cidade passou a ocupar organizadamente as áreas das várzeas. Concomitantemente ao domínio ainda tímido de uma pequena área de várzeas, a cidade começa a crescer em outras direções. Os terrenos planos encontrados a oeste correspondentes atualmente aos bairros Santa Cecília, Santa Ifigênia e Campos Elíseos, foram prontamente ocupados pelo capital excedente do café, dado seu gradiente altimétrico muito baixo.

Por volta de 1900, após a falência do café no vale do Paraíba e do advento ferroviário paulista, a cidade de São Paulo aumenta ainda seu poder no território brasileiro. De acordo com o Memorial do Imigrante de São Paulo, entre os anos de 1870 e 1939 chegaram à cidade 2.429.711 imigrantes, sendo 116.640 apenas em 1913. O acúmulo de excedentes e a necessidade da expansão da cidade fizeram com que em 1891 tivesse início a urbanização do principal interflúvio da cidade de São Paulo.

O interflúvio, denominado por Ab'Sáber (1957) como *Espigão Central*, divide as bacias dos principais rios da cidade, o Tietê e Pinheiros. Com cotas que variam de 790-830 metros, a área foi procurada para o estabelecimento de moradias, por isso tornou-se a localidade detentora das famílias de maior poder aquisitivo. O elevado de orientação SE-NO, hoje pode ser mais facilmente identificado conforme se explicita as avenidas que o cobrem, como a Domingos de Moraes, Paulista e a Dr. Arnaldo, onde se localiza o cemitério do Araçá, que por si só já acusa a elevação da área em relação ao seu entorno. A

Avenida Paulista firma sua importância na história de São Paulo após a descentralização dos serviços bancários, que nas primeiras décadas do século XX preteriram a Rua da Boa Vista e se instalaram na nova avenida do café.

A urbanização das colinas, cada vez mais afastadas do centro da cidade, começa a se dificultar. A necessidade dos imigrantes da cidade por serviços começa a desencorajar a continuação da horizontalização da cidade. A aversão a um maior distanciamento combina-se a queda dos preços do café e a industrialização paulista, acontecimentos de grande importância para se analisar a urbanização da cidade. A industrialização de São Paulo foi um fenômeno que na grande maioria das discussões vem acompanhado do fenômeno da migração. A grande diminuição da rentabilidade do café, principalmente durante a segunda guerra mundial, fez com muito dos trabalhadores das lavouras fossem para as grandes cidades em busca de trabalho.

As indústrias paulistas produziam o que não poderia mais ser importado e necessitavam de mão-de-obra para atender a crescente demanda. A instalação das indústrias se deu próxima aos leitos férreos, estes cuidadosamente fixados nos terraços<sup>2</sup> fluviais para evitar gradientes de altura para as pesadas locomotivas. O efeito cascata da instalação das indústrias nestas áreas se dá na ocupação das mesmas também por residências, pois as áreas desocupadas serviriam perfeitamente para o trabalhador, não havendo a necessidade de grande deslocamento.

A irresponsabilidade da construção nestas áreas, que como visto anteriormente foi evitado durante séculos, fez com que as áreas de alagamento naturais dos rios fossem ocupadas. A adição de próteses nestas áreas foi corroborada com a construção de amplas marginais, que hoje são essenciais para o trânsito da cidade.

---

<sup>2</sup> *Multiplicaram-se indústrias ao longo dos primeiros trechos das ferrovias situadas em baixos terraços ou bordos de planícies fluviais: no Vale do Tamanduateí, da Mooca a São Caetano e Santo André, e no Vale do Tietê (...)* (Ab'Sáber, 2004., p.345).

### **3.2 Adensamento urbano e impermeabilização do solo**

O processo de urbanização da cidade, descrito resumidamente no item acima, acabou por dar origem a uma grande mancha urbana na cidade de São Paulo. Locais antes considerados impróprios, como os dotados de grande declividade ou fundos de vale, foram ocupados indiscriminadamente. Atribui-se tal ocupações ao fracasso dos órgãos públicos em lidar com a grande massa de imigrantes que a cidade - o pólo atrativo ou a “bacia urbana” - (Ab’Sáber, 2004), recebeu, além das intervenções organizadas em áreas impróprias, como a marginal Tietê que em dia de chuvas fortes, recupera o caráter da área e torna-se parte do leito.

O resultado da ocupação ocorrida após a industrialização da cidade e a atual terceirização foi a supressão das áreas verdes. Em relação às mazelas advindas de tal modo de ocupação do meio, poder-se-ia apontar problemas estéticos ou de desconfortável sensação térmica, contudo, seguindo o tema do trabalho aqui proposto, a impermeabilização adquire maior importância na ocorrência das grandes enchentes e consequentemente, da leptospirose.

Como visto anteriormente, as cheias dos rios e a ocupação de grandes áreas pelo alagamento é algo natural na cidade, mesmo antes da adição de qualquer prótese feita pelo homem. Atualmente, o processo é acelerado e adquire maiores proporções devido à rápida captação de água dos grandes rios, pois estes recebem grandes volumes de seus afluentes e do sistema de drenagem da cidade, como bueiros e dutos. Isso se dá devido o escoamento superficial, processo onde toda água da chuva escorre para menores cotas altimétricas sem infiltrar no solo. O fenômeno ocorre quando o solo já está saturado, ou quando não há possibilidade de infiltração, como no caso da grande cobertura de concreto da cidade.

Combinado ao fenômeno do excessivo escoamento superficial, ocorre outro fenômeno que propicia a incidência de enchentes nas grandes cidades como São Paulo: a ilha de calor.

*... uma área na qual a temperatura da superfície é mais elevada que as áreas circunvizinhas, o que propicia o surgimento de circulação local. O efeito da ilha de calor sobre as cidades ocorre devido à redução da evaporação, ao aumento da rugosidade e às propriedades térmicas dos edifícios e dos materiais pavimentados. (Lombardo, 1985, p. 24)*

A geógrafa, em sua tese de doutorado, posteriormente publicada como livro, preocupou-se em analisar a ocorrência da ilha de calor na cidade de São Paulo. Apesar do período de sua confecção, a tese alcançou importantes resultados utilizando sensores remotos, dos quais se destacam o Landsat 3 e o NOAA 7. Através dos sensores foram produzidos mapas de uso do solo e de temperatura na cidade, sendo os de temperatura dotados de grande resolução temporal. A partir de cenas distribuídas nas diferentes estações, notaram-se intensificações das mudanças causadas pela ilha de calor no inverno e no verão. A estiagem do inverno e o acúmulo de poluição acarretado por uma combinação de fatores pouco influi na epidemia, fato que não se repete no verão.

*No verão, a ilha de calor é também associada à distorção no campo de precipitação da cidade. Em consequência dessas anomalias, ocasionadas pela ação antrópica no espaço urbano, os maiores problemas de enchentes ocorrem justamente nas áreas com alto grau de impermeabilidade do terreno. O que coincide com os maiores picos da ilha de calor e de intensidade de chuvas. (...) No verão, as situações freqüentes de instabilidade meteorológica, associadas á ilha de calor, possibilitariam o aumento do campo de precipitação da mancha urbana. Tal aumento está associado à formação e movimentação das tormentas ocorrem após às 15:00 horas, como foi verificado na análise de verão, com as chuvas convectivas de maior efeito local. (Lombardo, 1985, p. 212).*

A assertiva da autora confirma-se numa simples visita ao sítio virtual do Centro de Gerenciamento de Emergências (CGE), que no dia 8 de novembro de 2007, registrou 25

pontos de alagamento, sendo 4 na marginal Tietê. O horário dos alagamentos registrados varia em algumas horas, mas a maioria não foge ao intervalo das 16 e 17 horas, (Tabela 3.1):

**Tabela 3.1 - Horários das enchentes na marginal Tietê no dia 8 de novembro de 2000**

	Marginal Tietê	Marginal Tietê	Marginal Tietê	Marginal Tietê
Local	Pte da Freguesia do Ó	Rua Jaraguá	Pte Cruzeiro do Sul	Pte da Freguesia do Ó
Início	15:49	16:00	15:55	15:45
Fim	16:13	16:25	16:24	16:13

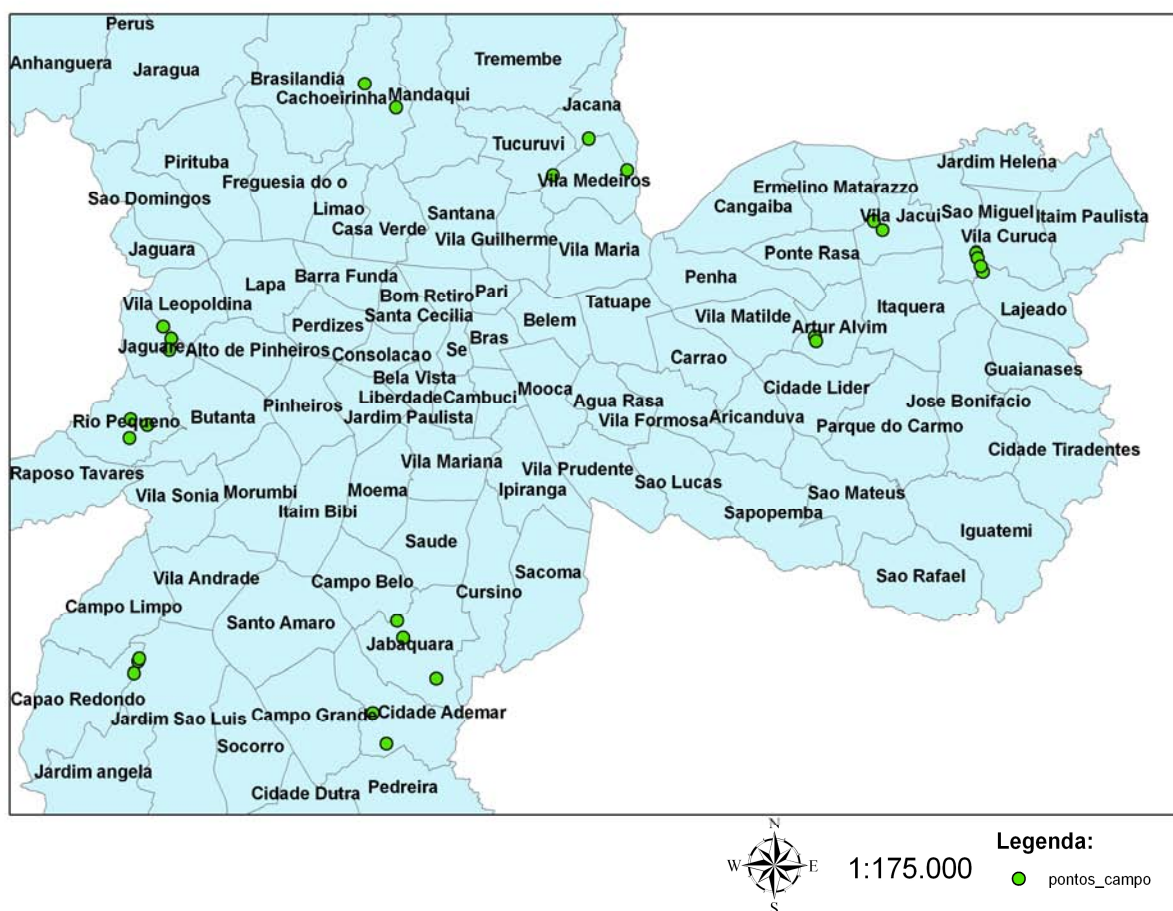
Fonte: Centro de Gerenciamento de emergências

O calor conservado e emanado pela área urbana da cidade, principalmente pelo centro da cidade com seus grandes prédios, altera o comportamento da baixa atmosfera naquela área. Cria-se uma área ascendente, já que a massa de ar aquecida vai para maiores altitudes. Este processo acentua-se no verão, quando além das maiores temperaturas, ocorre uma maior umidade. Na situação, já propícia para o acontecimento de chuvas, soma-se a poluição. As partículas de poluição expelidas por automóveis e indústrias, assim como a poeira, possuem características higroscópicas, ou seja, absorvem as gotículas de água suspensas. A fuligem suspensa funciona como um núcleo de condensação, acelerando as chuvas de fim de tarde na cidade.

Fica explícita a existência de uma conjunção de fatores que contribuem para as chuvas na cidade São Paulo, que sob o domínio do clima tropical, já tem seu clima marcado pelas chuvas de verão.

#### 4. PAISAGEM DOS LOCAIS ACOMETIDOS PELA LEPTOSPIROSE

As visitas aos locais de interesse a este trabalho foram realizadas entre os dias 26 de março e 2 de abril de 2007. Nesse ínterim foram visitadas 26 localidades. A visita tornou-se possível com o auxílio de funcionários da Coordenadoria de Vigilância em Saúde (COVISA) de São Paulo. Através desta equipe foi viável o contato com Supervisões de Vigilância em Saúde (SUVIS), entidades executivas dos planos de saúde, portanto dotadas de contato direto com a comunidade. Esta proximidade dos funcionários das SUVIS à comunidade propiciou além da localização, a contemplação das áreas da cidade de São Paulo dotadas das maiores concentrações de casos de leptospirose. A identificação de tais pontos críticos foi elaborada pela COVISA a fim de aperfeiçoar os processos de desratificação na cidade, assim como identificar características similares entre as diferentes paisagens avistadas. A figura 4.1 aponta as áreas visitadas no município de São Paulo.



**Figura 4.1** – Mapa de parte do município de São Paulo demonstrando os locais visitados.

Durante as visitas, fatores condicionantes à contaminação foram identificados, principalmente construções irregulares próximas aos leitos dos rios e grande quantidade de lixo nos córregos. Cumpriu-se o senso comum em relação às endemias de leptospirose na cidade, população de baixa renda que durante períodos de chuvas fortes entram em contato com a urina de roedores. Apesar da constatação, o quadro da leptospirose nas áreas tornou-se cada vez mais complexo conforme a paisagem era observada. O contato direto permitiu a identificação de novos fatores que contribuem para a endemia. Tais características não se limitam a materialidades, mas dizem respeito também ao comportamento da população.

A proximidade entre moradores de baixa renda e córregos é fato esperado no caso de endemias de leptospirose. Apesar de esta configuração espacial ser amplamente conhecida, associa-se este tipo de organização a favelas. A paisagem visualizada na zona leste de São Paulo demonstra que o fenômeno não ocorre necessariamente em favelas. Bairros periféricos, alguns com ruas asfaltadas como na **Figura 4.2**, possuem casas de alvenaria construídas contiguamente aos córregos. O acesso às ruas é garantido através de passarelas construídas de madeira, mas em outros casos, as pequenas dão lugar a outras feitas de concreto, algumas servindo como garagem para automóveis.



**Figura 4.2** – Casas construídas contiguamente ao leito do rio. Foto tirada no dia 26 de março de 2007.



Esta forma de ocupação tem como objetivo integrar-se a um bairro já pavimentado, mas limitado espacialmente por um córrego. Quando a expansão do bairro é inviável, quando ambas as margens já foram ocupadas, resta à população que ali deseja se instalar recorrer às palafitas, ou seja, erguer suas casas sobre o leito do rio. Este tipo de construção é fato corriqueiro nas áreas mais acometidas pela doença. A **Figura 4.3** explicita o que foi visto na Favela do Flamingo, zona norte de São Paulo. A foto foi tirada tendo como base a ponte que atravessa a favela. Na imagem é possível visualizar o corrimão de metal da ponte. Entre o concreto e o barraco é possível notar o reflexo da luz no córrego, totalmente escondido pelas construções irregulares. O córrego pode ser visto em maior detalhe na **Figura 4.4**.



**Figura 4.3** – Vista da ponte para o córrego coberto por barraco. Foto tirada no dia 27 de março de 2007.



**Figura 4.4** – Vista do córrego coberto em detalhe. Mesmo ponto de observação, visada mais baixa para que ocorra contato visual com o córrego. Foto tirada no dia 27 de março de 2007.

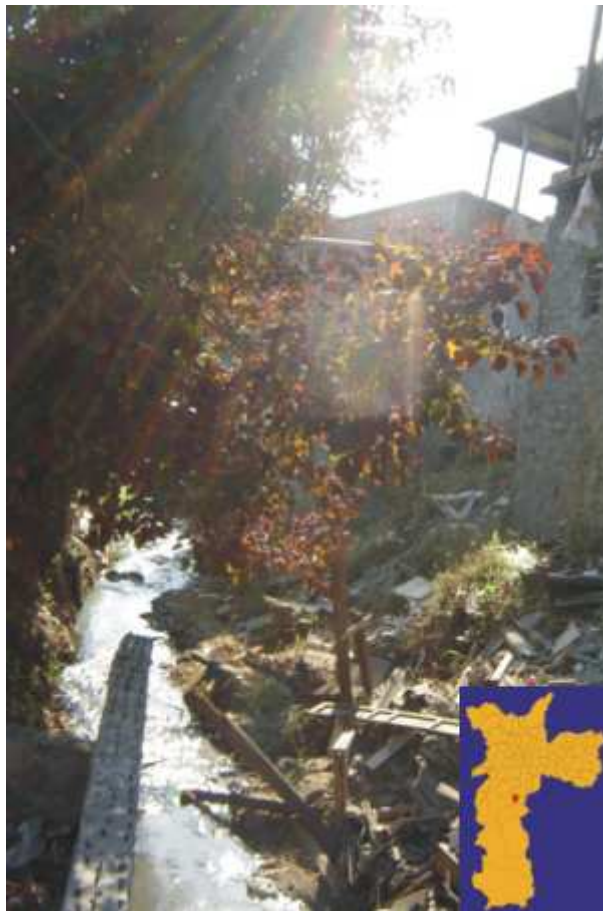
Este tipo de edificação sobre os córregos dificulta o trabalho dos agentes das SUVIS para o controle dos roedores. A aplicação de raticidas feitas nas margens dos rios é inviabilizada, pois não é possível atingir tais locais. Além da criação de obstáculos, a contaminação pela bactéria *leptospira* é imensamente facilitada, já que no caso de chuva e uma pequena cheia, a água contaminada brota das vigas de madeira que compõe o chão destas residências. As colunas de madeira que sustentam a casa também promovem o acúmulo de lixo e outros detritos atirados no rio, acontecimento que aumenta a oferta de alimento aos roedores além de provocar o represamento.

Assim como na expansão da área construída de alguns bairros periféricos apresentada anteriormente, a prática de construção sobre os leitos não ocorre exclusivamente com madeira. Casas de alvenaria também foram encontradas na incursão, desta vez na zona sul da cidade. A **Figura 4.5** mostra a tentativa do acréscimo de um cômodo a uma casa de alvenaria. O espaço entre a construção e o córrego é mínimo, o que pode ter acarretado um represamento. Com chuvas mais fortes o volume de água rompeu as paredes do cômodo.



**Figura 4.5** – Acréscimo de cômodos nas casas é comum nessas áreas. Como também pode ser visto na foto, a expansão nem sempre é horizontal, muitas vezes ela ocorre verticalmente, o que aumenta o risco no caso de desabamentos. Foto tirada no dia 28 de março de 2007.

Apesar dos riscos envolvidos nesta prática, este tipo de construção sobre os rios tem continuidade na área. Alguns metros à frente foi possível constatar como se inicia edificações similares. A construção se dá aos poucos, inicialmente aterrando parte do rio. Após a invasão do leito tem início a construção da base de alvenaria. A **Figura 4.6** tem como ponto de observação a sustentação da residência. Olhando em direção ao leito, é possível verificar o avanço da estrutura de concreto sobre o rio afunilando-o, consequentemente tornando a área mais suscetível à cheias.



**Figura 4.6** – Além da invasão do leito do rio, há uma grande quantidade de lixo na área. Foto tirada no dia 28 de março de 2007.

Outra conduta de uso do solo inadequada foi verificada na zona norte. Esta se difere das anteriores por não estar localizada na área urbana da cidade. Próximo às áreas verdes da Serra da Cantareira já há indícios da ocupação desordenada. A **Figura 4.7** explicita o início da construção de barracos na encosta, ainda com mata virgem. Além da ocupação desta área de proteção ambiental, a margem do rio também apresenta mudanças, pois o aterramento realizado do lado direito da figura afunila-o (retângulo vermelho). Quando não há cimento e concreto para uma fixação da margem que impeça sua erosão, a mesma é feita por escombros. Estes são acumulados e fixados através de tapumes, sendo seus vazios preenchidos com terra.



**Figura 4.7** – Área de limite entre a favela e mata fechada. Anteriormente ligada por uma pequena ponte; passarela que não resistiu às chuvas no lugar. Favela Futuro Melhor, zona norte. Foto tirada no dia 27 de março de 2007.

Além da ocupação desordenada foram constatadas nas incursões áreas destinadas à reciclagem de lixo. Baseada no reaproveitamento de materiais como papelão e alumínio, a reciclagem pode ser separada em três etapas, a coleta, triagem e a reciclagem. A segunda etapa deste processo tornou-se importante por se dar em áreas residenciais, ou seja, grandes depósitos de lixo localizados em meio à população (**Figura 4.8, 4.9 e 4.10**). Tais depósitos também são chamados de recicladoras, apesar de não possuírem nenhum aparato para tal.





**Figura 4.8** – Visão da parte frontal da recicladora; carroça e carrinho utilizados no transporte do material reciclável. Navegação nas figuras facilitada pelos retângulos vermelhos; pontos de referência. Foto tirada no dia 2 de abril de 2007.



**Figura 4.9** – Visão sobre os tapumes da foto anterior. Depósito de lixo para triagem e posterior reciclagem. Residências vizinhas ao fundo separadas por tapumes. Foto tirada no dia 2 de abril de 2007.



**Figura 4.10** – Barraco em frente ao local mostrado nas imagens anteriores. Nesta residência foram encontrados pelos agentes de saúde sinais claros de infestação, como fezes de ratos. Foto tirada no dia 2 de abril de 2007.

A situação, já propícia à contaminação pela bactéria, pode ser agravada quando o local combinar residências, recicladoras e córregos. A possibilidade de enchentes aumentaria muito o risco de contágio para toda vizinhança. Essa situação foi verificada na zona leste (**Figura 4.11**).



**Figura 4.11** – Situação muito propícia para foco de leptospirose. “Recicladora”, numa área residencial e próxima a um córrego. Foto tirada no dia 26 de março de 2007.

A reciclagem como um meio de sobrevivência encontra-se espalhada pela cidade e, de tal forma arraigada à determinada parte da população, que em alguns conjuntos habitacionais, como no caso de um exemplar na zona leste, garagens de automóveis dão lugar a depósitos de lixo para ser reciclado (**Figura 4.12**).



**Figura 4.12** – Conjunto habitacional afetado pela leptospirose. Garagens contíguas utilizadas como depósitos de lixo para reciclagem e bares. Foto tirada no dia 26 de março de 2007.

#### **4.1 – Relação Homem e Meio**

Um campo profícuo para aqueles que estudam a percepção espacial seria a relação complementar homem paisagem nas áreas visitadas. Apesar das similaridades, as sensações obtidas em determinadas áreas podem ser muito diferentes. Aos olhos de observadores atentos, a cena, apesar de majoritariamente idêntica nas principais áreas de leptospirose de São Paulo, apresenta nuances, pequenas mudanças que chamam a atenção. Estas nuances não foram apenas materiais, pois estão na receptividade da população da área, nos cheiros, e principalmente no contato visual, destacando-se entre os sentidos. Em variados pontos da cidade há aglomerados de residências, formações heterogêneas de barracos e casas de alvenaria. Nestas áreas mais densamente populosas, a visão do horizonte é limitada. Uma junção de ruas e residências, que desrespeitando qualquer ordem de construção, acabam por bloquear ruas e rios.



A vivência experimentada em locais com paisagem parecida interfere na ação do homem no meio. A relação da população destas áreas com a realidade do lugar muitas vezes se expressa materialmente, através de técnicas empíricas a fim de tornar o meio menos indócil. Apesar do vasto campo de estudo sobre a relação entre os habitantes e o lugar, este não será abordado detalhadamente aqui, pois, além de requerer grandes esforços, não é o objeto proposto de análise.

A cena mais comum em tais áreas foi o desordenamento nas edificações. Além dos riscos envolvidos nesta prática, há também a paisagem criada. O aglomerado de barracos verificado sobre um córrego, em alguns momentos, não permite nem mesmo inferir a direção do leito do rio. Ao caminhar entre as edificações, especula-se sobre o pequeno curso d'água utilizando-se da audição (**Figura 4.13**).



**Figura 4.13** – Labirinto formado por barracos por barracos sobre o córrego. Espaço entre a base dos barracos e a água corrente é menor que um metro. À direita um dos poucos trechos visíveis do córrego. Jabaquara, zona sul da cidade. Foto tirada no dia 26 de março de 2007.

O desaparecimento de um pequeno rio pode ocorrer também com a ocupação desordenada de sua margem. A **Figura 4.14**, obtida na favela do Sapé, zona oeste de São Paulo, explicita o adensamento da margem como um bloqueio à visão e localização do córrego. A visão do corpo d'água, feição espacial tão explícita numa paisagem, só foi possível após o acesso por uma pequena entrada, parte térrea de uma residência de dois andares.



**Figura 4.14** – Rua paralela a um córrego na zona oeste. Apesar da proximidade, a procura do córrego por indivíduos que desconhecem o lugar é difícil, já que não é possível contato visual. Setas indicam entrada (foto da esquerda) e o local onde há contato visual com o rio (direita). Foto tirada no dia 26 de março de 2007.

Apesar das nuances apresentadas, uma característica não variou nas áreas visitadas, a grande quantidade de lixo nos córregos e nos arredores. A coleta de lixo de determinadas áreas, como a da favela Futuro Melhor na zona norte e na favela Vietnã na zona sul da cidade, é feita através de caçambas de lixo (**Figura 4.15**). No distrito de Cidade Ademar, foi possível visualizar o roedor se alimentando durante o dia (**Figura 4.16**), dada a oferta de alimento. Na primeira favela citada, havia caçambas completamente cheias, sendo o lixo já sendo acumulado ao redor da mesma, caracterizando uma coleta não satisfatória para a área. Apesar da coleta insuficiente em determinadas áreas, outras localidades, como a favela da zona oeste mostrada nas fotos acima, conta com uma coleta feita por caçambas e garis, que munidos de carrinhos vão até áreas onde a passagem dos caminhões coletores é impossível (**Figura 4.17**).



**Figura 4.15** – Favela Vietnã no sul da cidade. Caçamba utilizada pela concessionária para a coleta do lixo. Ao fundo casas nas margens e sobre o leito do rio sustentadas apenas por vigas de madeira. Foto tirada no dia 2 de abril de 2007.



**Figura 4.16** – Cidade Ademar. Roedor, apesar dos hábitos noturnos se alimenta durante o dia. Foto tirada no dia 2 de abril de 2007.



**Figura 4.17** – Apesar do esforço para realização da coleta de lixo, muito ainda é jogado no córrego. A falta de saneamento também é clara na foto, já que canos despejam diretamente o esgoto das residências no rio. Foto tirada no dia 2 de abril de 2007.

Visão corriqueira nas áreas foi a falta de saneamento básico. O esgoto, assim como o lixo de muitas residências, é diretamente atirado no córrego. Em fotos anteriores foi possível verificar a existências de longos canos que saem de dentro das casas. Esses canos têm uma conexão direta com a residência, muitas vezes diretamente com o banheiro ou com a cozinha. Esse meio de conexão, além de causar prejuízos ao ambiente, pode resultar em malefícios diretos aos moradores. Na maioria das vezes os canos são colocados em locais altos, acompanhando a tendência das palafitas ou casas de várzea. Mas durante uma enchente nem sempre a altura é suficiente para impedir a entrada de água da chuva, ou em casos mais extremos, de animais. A ratazana, *rattus norvegicus* - que terá suas características e hábitos brevemente descritos - é excelente nadadora e tem como habitat as margens de rios. Quando ocorre uma enchente o animal segue seus instintos e busca refúgio das águas, neste momento o cano de esgoto das residências propicia um escape, levando o animal para o interior das casas. A fim de minimizar esse fenômeno, muitos moradores das áreas infestadas por ratazanas elaboraram um artifício, uma técnica empírica que impede a entrada de animais durante as cheias. A **Figura 4.18** explicita a medida que consiste na proteção do cano com borracha, na maioria das vezes câmaras de pneus.



**Figura 4.18** – Canos protegidos com câmaras de pneu para impedir a entrada de animais durante as cheias. Altura da proteção sugere o nível das águas durante uma enchente. Foto tirada no dia 26 de março de 2007.

Apesar das medidas contra o roedor, muitas outras características das ocupações propiciam seu deslocamento. Medidas como tubulações aéreas e ligações clandestinas (**Figura 4.19**) de eletricidade tornam possível o deslocamento do rato de telhado (*rattus rattus*), outra espécie de roedor que também transmite a doença.





**Figura 4.19** – Na primeira foto há canos que distribuem água para as residências. Durante a visita, foi possível visualizar marcas de gordura deixada pelos ratos. A segunda foto mostra grande quantidade de ligações clandestinas de eletricidade. Os “gatos” também servem como locomoção para os ratos, permitindo um melhor deslocamento entre as residências. Foto tirada no dia 26 de março de 2007.

Após a breve explanação do que foi visto no campo, constata-se que tais informações importantes para o trabalho não seriam adquiridas através do sensoriamento remoto. A vivência do lugar e de sua paisagem, mesmo que superficial e corriqueira, mune o visitante de um novo olhar, diminuindo a chance de cometer equívocos ao se tratar do problema da leptospirose em algumas áreas da cidade de São Paulo. Pequenas conversas estabelecidas com moradores demonstraram também a desinformação em relação à doença, além de resistência a políticas públicas de desratificação, já que o veneno utilizado pela prefeitura é considerado ineficaz, sendo o mesmo substituído pelo chumbinho (Organofosforado Carbamato), veneno proibido causador de grande número de acidentes e ineficaz para eliminar ninhadas.

Há também a constante expansão de áreas ocupadas sem qualquer regulação. Essas áreas, algumas próximas às áreas core da endemia, podem se tornar novos pontos de contágio, aumentando o número de casos da doença. A necessidade de informação dos habitantes do lugar também se mostrou necessária, pois além da recusa (em algumas áreas) do veneno mais seguro aplicado pelos agentes das SUVIS, o lixo ainda é deliberadamente atirado nos córregos, propiciando um ambiente favorável à proliferação dos roedores que transmitem a leptospirose.

## 5. ANÁLISE ESPACIAL DE DADOS DE SAÚDE

A primeira união, de que se tem notícia, entre geografia e medicina para se combater uma doença, data de 1854. O médico John Snow, anestesta e epidemiologista, é amplamente citado em trabalhos de epidemiologia e geografia pelo seu feito. Apesar da pouca originalidade em apresentar, mesmo que brevemente, seu trabalho, os feitos do médico são de grande importância para o entendimento da correlação espacial entre determinadas doenças e o espaço geográfico. O cientista, que atualmente tem seus méritos questionados<sup>3</sup>, adquiriu grande fama após pessoalmente lacrar um poço no distrito de *Soho*, em Londres. A área era palco de uma epidemia de cólera, doença que persistia na área e vitimava grande número de pessoas. O epidemiologista identificou o poço como foco da doença ao marcar no mapa da área cada residência onde havia algum doente. A proximidade ao poço denunciou a correlação espacial entre a feição espacial, no caso o poço com água contaminada, e o fenômeno, a cólera.

Iniciou-se no trabalho de *Snow* uma aproximação entre geografia e medicina, mais especificamente a epidemiologia, que só fez aumentar até os dias atuais. Os trabalhos de epidemiologia, ao que tudo indica, mantiveram seu rótulo por mais análises geográficas que utilizassem, mas o mesmo não ocorreu com a geografia. Estabeleceu-se um novo rótulo, a geografia médica. Aceito amplamente no exterior, formando inclusive grupos de pesquisa específicos<sup>4</sup>, a nomenclatura aqui deve ser discutida. A geografia brasileira necessita de tal elucidação por ainda ser permeada de grandes discussões sobre métodos e legitimidade, por isso a necessidade de se afirmar que a geografia médica não é uma nova ciência, trata-se apenas de novo rótulo que dirige o leitor a um tema examinado pelo viés da geografia, portanto não acrescenta nenhuma mácula à ciência do espaço.

Constata-se então que a análise espacial feita por Snow a fim de sanar a epidemia iniciou-se num mapeamento dos casos e, após a identificação das áreas de maior incidência, houve um estudo da localidade, para então definir as medidas que deveriam ser tomadas

---

<sup>3</sup> O artigo intitulado *Our Sense of Snow: the myth of John Snow in medical geography* questiona alguns dos feitos do médico, sendo o principal a elaboração do mapa da cólera. (McLeod, 2000).

<sup>4</sup> *Medical Geography Specialty Group*, grupo filiado à *Association of American Geographers*.

para combater a cólera. Moraes Neto (2002, p. 30 e 31), munindo-se de Lawson et al. (1999) e Bailey (2001), apresenta as quatro principais áreas da análise espacial:

*I – no mapeamento de doenças: construção de mapas de distribuição espacial de agravos á saúde, que representem de uma forma mais próxima a distribuição real, ou seja, que esteja livre de flutuações aleatórias não associadas ao risco da doença ou de artefatos produzidos por tamanho da população, diferentes estruturas etárias.*

*II – nos estudos ecológicos: como em geral na análise ecológica o agregado é uma unidade espacial (bairro, região administrativa, etc.), uma das áreas de interesse da análise é o estudo da associação entre a incidência de doenças e potenciais fatores de risco tomados como variáveis de um agregado geográfico.*

*III – na identificação de aglomerados (clusters) de doenças: identificação de áreas geográficas com risco significativamente elevado ou não esperado de incidência de uma determinada doença ou agravo.*

*IV – na identificação, avaliação e monitoramento de fatores ambientais relacionados a saúde: a análise da distribuição espacial possibilita subsidiar as ações de controle e prevenção desses fatores.*

O resumo apresentado pelo autor, citado aqui de forma ainda mais reduzida, enumera etapas percorridas pela grande parte dos trabalhos de geografia médica. O trabalho aqui desenvolvido – cujo método é apresentado mais detalhadamente nos capítulos seguintes – lida, majoritariamente, com os três primeiros tipos de análise apresentados. A análise do geógrafo no problema ambiental de uma endemia restringe-se a identificação de áreas acometidas ou propícias, assim como a tentativa de se identificar os principais fatores condicionantes, deixando as ações de combate e prevenção a outros especialistas.

Além dos conceitos apresentados por Moraes Neto (2002), há outros mecanismos da geografia que assumem papel importante na propagação de uma doença. A teoria das redes geográficas é de grande valia quando se estuda a distribuição espacial de uma doença, principalmente quando o vetor pode ser o homem. Ferreira (2003, p. 117) em seu estudo sobre as epidemias de dengue no estado de São Paulo, adota o método por entender que a



difusão dos casos se dá preferencialmente pela rede rodoviária. Deste modo o autor construiu uma matriz de conectividade binária e ponderada, a primeira explicitando a simples conectividade entre cidades, a segunda levando em consideração outros fatores como a distância entre as mesmas. O trabalho do autor permitiu notar que o fator econômico tem grande papel nas epidemias de dengue no estado de São Paulo, já que as cidades consideradas detentoras de serviços registravam um grande número de casos por atraírem mais trabalhadores e consumidores.

Um trabalho mais recente - que também recebe a alcunha de geografia médica - utilizou-se da teoria das redes geográficas para acompanhar a epidemia de febre Tifóide na guerra Hispano-Americana de 1898 (Smallman-Raynor & Cliff, 2001). Os combates do período, anteriores a nova concepção de guerra relâmpago iniciada pelos nazistas e seus rápidos transportes, era marcada pelo grande deslocamento de tropas e combates entrincheirados de longa duração. A limitação dos meios de transporte, acrescida da grande quantidade de voluntários norte-americanos, fez com que vários campos de treinamento fossem criados no território. A grande aglomeração de soldados e a pouca higiene contribuiu para a propagação da febre tifóide. Muitas vezes fatal, a febre ocorre quando água ou alimentos infectados são ingeridos. O grande período de transmissibilidade - um soldado infectado não tratado pode eliminar o bacilo durante três meses - combinado à constante mobilização dos regimentos sem devido tratamento<sup>5</sup> da doença, fez com que o ano de 1898 fosse marcado pela febre tifóide nos Estados Unidos.

Munindo-se também da teoria das redes geográficas os autores elaboraram uma matriz para cada regimento, nesta ficaria explícito a movimentação de cada tropa para cada campo de treinamento. Apesar de um campo abrigar vários regimentos, estes eram deslocados separadamente. Após a coleta de informações sobre deslocamento dos regimentos infectados e das datas de chegada a diferentes campos, foi possível identificar a rota seguida pela epidemia no país.

Não só a teoria das redes geográficas contribui para o estudo da distribuição de doenças no meio, outros integrantes do método de análise espacial da geografia também tem contribuído para uma análise mais profícua da distribuição de uma epidemia ou

---

<sup>5</sup>*Na ausência de uma eficiente estratégia de quarentena, presume-se que tal mobilidade representou um importante papel no desenvolvimento espacial da epidemia.* (Smallman-Raynor & Cliff, 2001, p. 80).

endemia. Os métodos de análise espacial utilizados neste projeto, assim como uma breve descrição das escolas de pensamento que os embasaram, são apresentados no capítulo sexto, dedicado exclusivamente a tais esclarecimentos. Neste momento esta parte do trabalho restringe-se a apenas alguns trabalhos realizados em sua maioria por médicos, a fim de se explicitar como outros profissionais utilizam-se da geografia realizando trabalhos muito úteis para saúde coletiva, mas que não utilizam toda potencialidade da ciência.

Apesar do arcabouço teórico fornecido pela geografia, os trabalhos de geografia médica realizados no país concentram suas atenções numa descrição do sítio onde ocorre a endemia de leptospirose. O trabalho realizado por Paula (2005), apresenta uma perspectiva nacional dos problemas, associando os casos da doença à quantidade de chuva. Munido de dados pluviométricos e casos georreferenciados adquiridos através do SINAM (Sistema de Informações Nacional de Agravos Notificado), o autor apresenta o quadro da doença no país, assim como a íntima relação entre os diferentes meses chuvosos de cada região e sua influência na endemia. Costa *et al* (2001) seguem a mesma tendência apesar do estudo se dar unicamente na cidade de Salvador. O principal fator espacial considerado como condicionante das epidemias são as chuvas. A relação é exposta através de um gráfico, onde a maior pluviosidade ocorre nos meses de abril e maio, fenômeno que desencadeia um grande número de casos nos meses de maio e junho, superiores a qualquer época do ano.

Já o trabalho realizado por Figueiredo *et al* (2001, p. 332) assume, logo no seu início, a existência de uma lacuna de conhecimento entre a incidência da doença e aspectos geográficos. O sítio escolhido para análise foi a cidade de Belo Horizonte, em Minas Gerais. Foram mapeados os 19 casos confirmados ocorridos em 1995, além de 20 suspeitas. Numa tabela apresentada, houve a confirmação de que grande parte dos pacientes teve contato com água de enchentes, sendo a causa seguinte o contato com animais. Neste trabalho houve uma maior interação entre os dados da epidemia e as feições espaciais, pois todos os casos foram sobrepostos em mapas temáticos que expressavam a altitude da cidade, tratamento de esgoto, presença de favelas e/ou bolsões de pobreza e crescimento populacional, sendo estes, os planos de informação, considerados importantes para a espacialização da doença em SIG. A relação entre os casos e as respectivas camadas se deu de forma estatística. A correlação espacial entre a endemia e as feições espaciais escolhidas, ocorreu mais fortemente: nas favelas e bolsões de pobreza (24% dos casos), na

falta de saneamento básico e a proximidade a áreas que não o possuem (26% dos casos) e a altimetria (21% dos casos).

O estudo sobre as áreas endêmicas de leptospirose realizado em 2001 no Rio Grande do Sul (Barcellos & Lammerhirt et al, 2003, p.1284) insere a geografia na análise espacial da doença imersa no conceito de “estudo ecológico”, onde a ecologia é definida como o estudo da totalidade ou padrão de relação entre organismos e seu ambiente, por isso a abordagem ecológica está fortemente ligada ao conceito de lugar. Obviamente que, o caminho escolhido inclui o homem e suas intervenções espaciais, essas sim as maiores contribuições para surgimento de áreas endêmicas. O trabalho realizado, apesar de ter como alvo a leptospirose num país subdesenvolvido e tropical, surpreende pelo caráter não sazonal das endemias, um dos fatores da diferenciação da epidemiologia da leptospirose do Rio Grande do Sul é a fraca sazonalidade dos casos e a grande ocorrência de casos nas áreas rurais (Barcellos & Lammerhirt et al, 2003, p.1289). Os autores atribuem tal fenômeno ao trabalho no campo, que se dá principalmente na depressão central, área suscetível a alagamentos. Foram utilizadas os seguintes planos de informação neste trabalho, julgados como principais promotores da endemia na área: mapa geomorfológico, uso do solo (identificando as áreas rurais) e mapa altimétrico.

Dos trabalhos de epidemiologia dedicados à leptospirose consultados para verificação da interface geográfica, destacou-se o realizado por Barcellos & Sabroza (2001). Além da utilização de uma abordagem espacial diferenciada, o trabalho atrai a atenção de pesquisadores pelo seu objeto, a epidemia de leptospirose no Rio de Janeiro em 1996. A substituição do termo endemia por epidemia não se deu de forma equivocada, pois o fenômeno naquele ano transpôs áreas conhecidamente detentoras de casos e atingiu uma grande quantidade de pessoas.

De acordo com o Guia de Vigilância Epidemiológica de 1998, citado por Tassinari & Pellegrini et al (2004, p. 1722), no Brasil, *durante o período de 1985 a 1997, foram notificados 35.403 casos da doença*. Apenas no ano de 1996, a cidade do Rio de Janeiro registrou 1.732 casos, mais da metade da média anual dos 35.403 registrados em 12 anos para todo o Brasil. Tamanha eclosão da leptospirose, justifica-se pela grande ocorrência de chuvas em fevereiro daquele ano, bem acima do normal, que fez com que áreas propícias à doença antes não atingidas, se tornassem parte da epidemia.

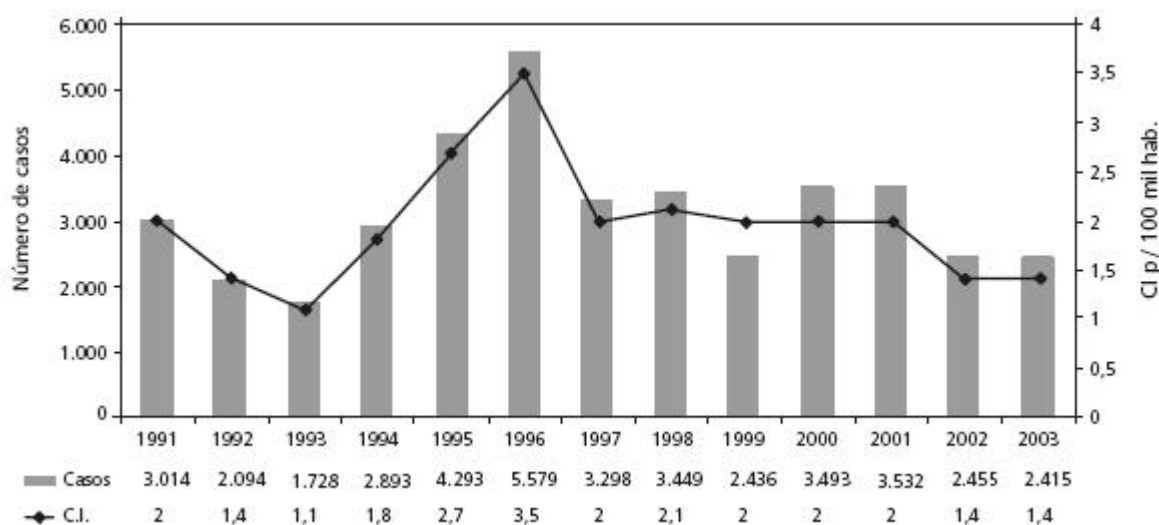
A proposta inicial dos autores era de identificar as áreas com maior risco de contágio de leptospirose na área oeste da cidade, utilizando dados recolhidos da epidemia. Para tal, utilizaram-se de planos de informação que demonstravam áreas propícias a enchentes e locais de lixo sólido acumulado, alimento e abrigo do vetor principal. A diferenciação do trato da segunda feição espacial foi diferente no trabalho realizado. A especificidade poderia ser alcançada no simples uso do lixo como indicador, já que os trabalhos aqui discutidos não o fizeram, mas avanço se dá na forma como tal informação é analisada. Diferentemente das outras categorias, acusadas de condicionar a leptospirose à presença de casos em sua área, a contribuição do lixo se deu levando em consideração a proximidade da área a ser analisada em relação aos detritos: *Taxas de incidência observadas decaem com a distância das áreas de acúmulo de lixo*. (Barcellos & Sabroza, 2001, p. 64). A importância do viés adotado pelos pesquisadores será mais bem entendida posteriormente. O trabalho chega ao seu fim quando o fator “distâncias do lixo” é combinado às áreas passíveis de alagamento, originando um mapa que explicita o risco de contágio de leptospirose na área oeste de São Paulo.

Após a apresentação dos trabalhos realizados sobre a leptospirose e de algumas informações sobre a doença, nota-se, em comparação aos trabalhos que utilizaram redes geográficas, que a doença é analisada em lugares específicos e estes são tratados de forma independente, pois “em nada” se relacionam. Apesar de outros aspectos manterem tais localidades intimamente ligadas, como distribuição de renda e infra-estrutura governamental precária e outros, os estudos feitos, através do viés espacial não político tratam as áreas endêmicas como sítios.

Outro aspecto que reforça o aspecto de unidades espaciais “independentes” do todo é a transmissibilidade, pois partindo do pressuposto que a doença muito raramente é transmitida de pessoa para pessoa um estudo feito através das redes geográficas em nada contribui para análise, já que a mobilidade dos habitantes destas áreas em nada interfere na espacialização da doença. Não há um aumento das áreas da doença devido o fluxo de pessoas como no exemplo da guerra hispano-americana; o que ocorre é o surgimento de áreas propícias para o contágio no país cujas características, apesar de não hierarquizadas, são de senso comum para todos que minimamente conhecem a leptospirose.

## 6. LEPTOSPIROSE: CARACTERÍSTICAS, QUADRO ETIOLÓGICO E VETORES

A leptospirose é uma doença endêmica no país. Ao contrário de países dos de primeiro mundo, onde a mesma ocorre de maneira isolada e rara, a doença ocorre no país de forma persistente e bem localizada. O Manual de Vigilância Epidemiológica de 2005 apresenta um gráfico, representado aqui pela **figura 6.1**, onde a dinâmica da doença de demonstrada.



**Figura 6.1** – Gráfico que representa a dinâmica da leptospirose no país entre 1991 e 2003.

O grande número de casos de leptospirose concentra-se no ano de 1996, conforme o surto já explicitado anteriormente. O estado de São Paulo não se diferencia da dinâmica do restante do país. O estado registra anualmente casos da doença em boa parte dos seus municípios.

### 6.1 – Características Etiológicas

O gênero leptospira foi inicialmente identificado como sendo constituído por duas espécies, a *leptospira interrogans* e a *leptospira biflexa* (Levett, 2001). Com o da genômica, novas espécies foram descobertas, dando origem a uma nova lista que a cada momento é complementada. A **Tabela 6.1** mostra parte de uma tabela com algumas espécies de leptospira.

**Tabela 6.1 – Lista parcial de novas espécies de leptospira**

Species	Serogroups <sup>b</sup>
<i>L. interrogans</i> .....	Icterohaemorrhagiae, Canicola, Pomona, Australis, Autumnalis, Pyrogenes, Grippotyphosa, Djasiman, Hebdomadis, Sejroe, Bataviae, Ranarum, Louisiana, Mini, Sarmin
<i>L. noguchii</i> .....	Panama, Autumnalis, Pyrogenes, Louisiana, Bataviae, Tarassovi, Australis, Shermani, Djasiman, Pomona
<i>L. santarosai</i> .....	Shermani, Hebdomadis, Tarassovi, Pyrogenes, Autumnalis, Bataviae, Mini, Grippotyphosa, Sejroe, Pomona, Javanica, Sarmin, Cynopteri
<i>L. meyeri</i> .....	Ranarum, Semarang, Sejroe, Mini, Javanica

Fonte: Levett, 2001

Acompanhada das espécies, a tabela indica o sorogrupo; nomenclatura anterior ao sorovar, a unidade taxonômica base. Um sorogrupo como o *Icterohaemorrhagiae*, principal sorogrupo hospedado por ratos, possui sorovares como o *Icterohaemorrhagiae*, *lai*, *copenhageni*<sup>6</sup> e *zimbabwe*. O sorovar é responsável pelas características da bactéria, é sua identificação completa. Deste modo, a taxonomia de uma bactéria do gênero leptospira se dá da seguinte forma: *Leptospira Interrogans Icterohaemorrhagiae copenhageni*. A complexidade envolvida na taxonomia explicita a grande quantidade de agentes, sorovares que desencadeiam diferentes manifestações da doença. Quando se é contaminado pela bactéria adquire-se resistência ao sorovar específico; resistência ineficiente num novo contágio promovido por um novo sorovar. Essa especificidade torna difícil a criação de vacinas para doença, já que estas teriam que abarcar uma grande quantidade de sorovares.

Alguns sorovares se destacam por serem responsáveis pelos casos mais graves, como o *icterohaemorrhagiae* e o *copenhageni*, sendo o sorogrupo dos mesmos, o *icterohaemorrhagiae*, o mais comum causador da doença no Brasil. Estudos realizados por identificaram os principais sorogrupos causadores de leptospirose entre os anos de 1986 e

<sup>6</sup> O sorovar *copenhageni* teve seu DNA desvendado há pouco tempo por uma equipe do Instituto Butantan. Revista Pesquisa Fapesp, junho 2003. Nº 88.

1989 em São Paulo. O *icterohaemorrhagiae* foi identificado em 77% dos casos (Ministério da Saúde, 2005).

A bactéria pode ser transmitida por qualquer mamífero. A transmissão se dá pelo vetor, o hospedeiro principal, dotado de grande capacidade de eliminação da bactéria. Alguns vetores, como roedores, além de eliminarem a bactéria durante anos ou pela vida toda, podem não desenvolver a leptospirose. Os vetores transmitem a bactéria entre si através de suas secreções principalmente quando vivem em grupo, como caso de bovinos em confinamento (Guidelines for the Control of Occupationally Acquired Leptospirosis, 2001). O hospedeiro secundário diferencia-se do inicial por desenvolver a doença e dificilmente transmiti-la. A forma de contágio se dá indiretamente, pois o hospedeiro acidental é exposto aos fluídos corporais contaminados do vetor. Este contágio pode ocorrer através da pele, com rachaduras ou não, e das mucosas, incluindo as vias nasais (National Center for Infectious Disease, em <http://www.cdc.gov/ncidod/>).

## **6.2 – Características Epidemiológicas e Clínicas**

A doença tem um tempo de incubação de até 30 dias, com uma média de 7 a 14 dias, de acordo com o Guia de Vigilância Epidemiológica (Ministério da Saúde, 1995). As manifestações clínicas têm muitas<sup>7</sup> variações conforme sorovar e pessoa, podendo ser assintomática em alguns casos e fatais em outros. Devido a tais características, a manifestação da doença foi dividida em dois subtipos, a anictérica e a ictérica. A forma anictérica é responsável por 90 a 95% dos casos. É a forma mais leve, tem como sintomas náuseas, febre, dores musculares e cefaléia; sintomas muito similares a outras doenças, fato que dificulta o diagnóstico<sup>8</sup>. A forma ictérica, mais explícita, diferencia-se pela maior gravidade de todos os sintomas (10% a 40% de letalidade) e principalmente pela icterícia mais acentuada, tonalidade alaranjada advinda da disfunção hepática. No estudo feito por Costa *et al* (2001), analisando casos da leptospirose em pacientes de Salvador entre 1993 a

---

<sup>7</sup> (...)a tendência atual é considerar a leptospirose uma doença única com uma grande variedade de manifestações e causada por um dos muitos diferentes sorovares. Terpstra (2006).

<sup>8</sup> Pode ser diagnosticada erroneamente como malária, dengue hemorrágica, hepatite viral... Guideline for Prevention and Control of Leptospirosis (2006).

1997, a IRA (insuficiência renal aguda), advinda da forma ictérica da doença, foi responsável por 76,2% dos casos letais.

A contaminação por leptospirose durante muitos anos foi considerada majoritariamente concentrada em áreas rurais; localidades que propiciavam maior contato entre homens e animais que poderiam transmiti-la. Em muitas localidades onde ainda há grande quantidade de casos, a espacialização da leptospira ainda obedece este arquétipo. A leptospirose na Nova Zelândia obedece a essas antigas regras, pois no país a maioria dos casos ocorre nas áreas de criação de animais. O aumento de casos fez com que o governo neozelandês redigisse em 2001 um guia elucidando a doença aos agropecuários do país, listando também profissões cujo risco de contágio era grande. A medida foi necessária devida à desinformação em relação à doença. A **Figura 6.2** foi utilizada na divulgação da doença para trabalhadores da indústria de carne, pois a relação próxima aos animais desencadeou aumento do número de casos nos empregados desta área.



**Figura 6.2** – Sente-se gripado? Pode ser Lepto. Conte ao seu médico que você trabalha com carne. Anúncio utilizado para conscientização dos trabalhadores neozelandeses. Guidelines for the Control of Occupationally Acquired Leptospirosis (2001)

Embora a doença ainda seja muito comum em áreas rurais, a leptospirose é cada vez mais presente nas grandes cidades (Cachay & Vinetz, 2005). A concentração urbana advinda de fluxos migratórios e financeiros fez com que cidades crescessem de forma



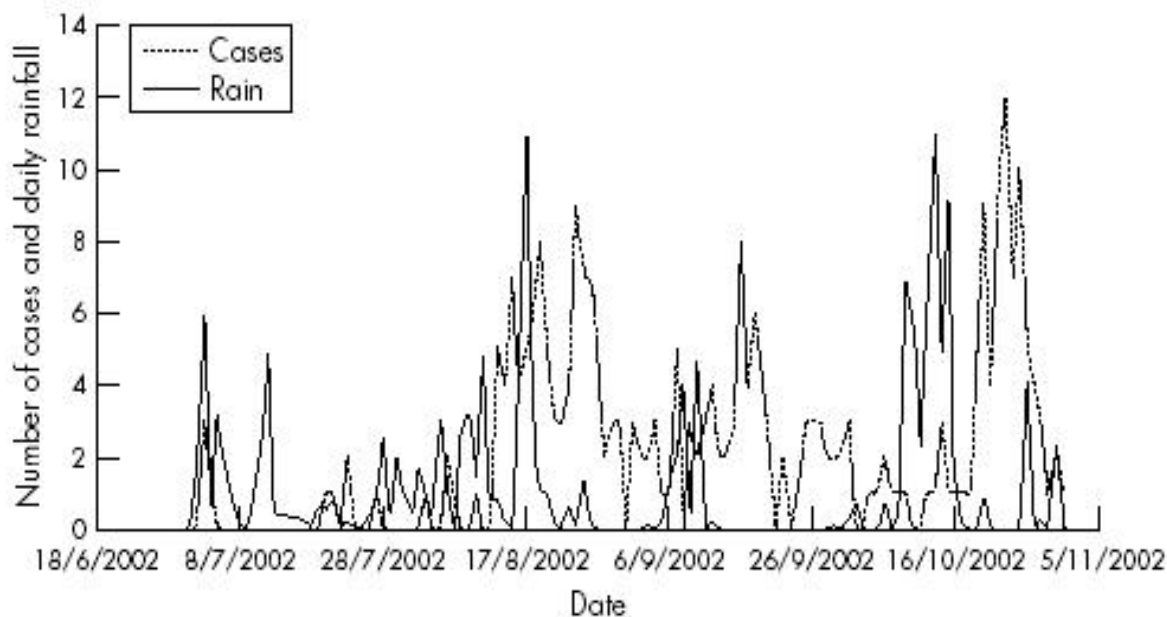
inesperada, tornando as grandes concentrações vulneráveis a doença. A existência de animais sinantrópicos, principalmente roedores, tornou possível uma proximidade entre homens e animais comum às áreas agrícolas.

Apesar das grandes cidades serem acompanhadas de uma grande população de roedores, países desenvolvidos apresentam menor incidência de leptospirose em relação aos subdesenvolvidos. As explicações para este fenômeno se baseiam, primeiramente, nos aspectos sociais e econômicos de cada país. Há de se levar em conta quanto da população marginalizada está exposta a condições propícias ao contágio; ocupação de várzeas de rios e falta de coleta de lixo são elementos importantes. Mas há também apontamentos sobre aspectos climáticos e sua interferência nas endemias e epidemias de leptospirose. A sobrevivência da bactéria em ambientes úmidos já é fato conhecido. Outro fator que contribui para a sobrevivência é a temperatura do solo por volta de 22°, como aponta o relatório *Guideline for Prevention and Control of Leptospirosis* (2006). A combinação entre fatores ótimos de água e solo propicia à *leptospira* uma vida de seis meses de acordo com o documento neozelandês *Guidelines for the Control of Occupationally Acquired Leptospirosis* (2001).

Consequentemente, locais chuvosos e com grande densidade populacional têm grande probabilidade de casos de leptospirose. Países tropicais do terceiro mundo apresentam um caráter endêmico da doença. Peru, Brasil, Tailândia<sup>9</sup> e Índia têm algumas de suas cidades citadas quando o assunto é discutido (Cachay & Vinetz, 2005). A íntima relação condicionante entre chuvas e contágio pela bactéria, foi explicitada por Pappachan et al (2003). Os pesquisadores constataram que o longo período chuvoso, produto das monções que atingem o país, desencadeia novos casos da doença. O gráfico abaixo (**Figura 6.3**) demonstra a relação direta entre chuvas e leptospirose na cidade de Calicut. Os picos de chuva, representados pela linha contínua são sucedidos de um grande aumento no número de casos da doença. O eixo vertical explicita a quantidade de casos, enquanto o horizontal as datas.

---

<sup>9</sup> Influência das chuvas nos casos de leptospirose foi discutida por Tangkanakul et al (2000).



**Figura 6.3** – Relação entre precipitação e número de casos de leptospirose na cidade de Calicute, Índia, em 2002. Fonte: Pappachan et al (2003)

Outras cidades do Brasil além de São Paulo também são acometidas pela doença. Em alguns momentos, como num período de chuvas mais fortes e constantes, uma endemia conhecida transforma-se numa epidemia; fato ocorrido na cidade do Rio de Janeiro em 1996. Neste ano, no mês de fevereiro, ocorreram na cidade grandes chuvas. Seu efeito sobre o número de casos de leptospirose é nítido. Em 1996 houve 1732 casos, enquanto que em 1997 foram 131 e em 1998 foram diagnosticados 215 casos (Tassinari *et al*, 2004). Além da grande discrepância entre os anos, uma diferença considerável ainda é verificada nos semestres: no ano de 1998, o número de casos notificados aumenta sensivelmente (...) (164 casos notificados no primeiro semestre e 51 no segundo) (Tassinari *et al*, 2004). A cidade de Salvador também é apontada em outros estudos como uma cidade detentora de grande número de casos. No estudo de Salvador (Costa et al, 2001), foram analisados casos ocorridos na cidade no período de 1993 a 1997. Os 1.016 apresentaram leptospirose logo após maio e abril, principais meses de chuva para região.

### 6.3 Os Principais Vetores da Doença na Cidade

Os principais roedores sinantrópicos nas cidades brasileiras são as ratazanas (*rattus norvegicus*), os ratos de telhado (*rattus rattus*) e os camundongos (*mus musculus*). Estas

diferentes espécies apresentam nuances em seu comportamento, que são importantes para o estudo da leptospirose. A diferenciação entre as espécies é feita principalmente pelo tamanho do corpo, orelhas e das patas posteriores. Estes roedores - com exceção do camundongo cujo caráter nocivo ao homem ainda está sob estudo - recebem atenção especial neste estudo por terem distribuição cosmopolita e por serem responsáveis pela maior parte dos prejuízos econômicos e sanitários causados ao homem. .

A ratazana, conhecida também como rato de esgoto, rato marrom e rato da Noruega, é um roedor sinantrópico de grande porte, atingindo em média 40 centímetros do focinho até o final da cauda e 500 gramas de peso . Apesar da grande capacidade em se locomover, tanto na terra como na água, o *norvegicus* só o faz quando ameaçado, preferindo ocupar uma área de 50 metros, onde se alimenta de restos de comida e cereais em bom estado de conservação. Os ninhos construídos por estes animais ficam pouco abaixo da superfície, protegendo assim a prole. Os hábitos reprodutivos são marcados pela poligamia, permitindo as fêmeas à concepção de até sete ninhadas por ano, dando origem então a até 60 filhotes nesse período. Apesar dos sentidos serem baseados principalmente no olfato, a ratazana explora seu território memorizando obstáculos e caminhos, identificando assim objetos estranhos e evitando-os. O rato norueguês vive, aproximadamente, dois anos.



**Figura 6.4** – A ratazana se diferencia do rato de telhado principalmente pelo tamanho do corpo e das patas traseiras. Fonte: Guia de Vigilância Epidemiológica, 2005.

O rato de telhado, ou rato preto, vem adquirindo importância como roedor sinantrópico pelo grande crescimento de sua população nas metrópoles e a capacidade de transmitir doenças. Menor que a ratazana, pois atinge em média 20 centímetros de comprimento, possui grande agilidade para locomoção, podendo subir por paredes e andar

por fios e cercas. Apesar de tal mobilidade, seu território restringe-se ao forro de uma residência ou a um sótão, deslocando-se por maiores distâncias (100 metros) apenas quando ameaçado ou pela busca por alimentos. Onívoro como a ratazana, busca qualquer alimento quando há necessidade, mas prefere frutas e cereais em bom estado. Esta população de roedores alimenta-se também das rações de animais domésticos, tanto como a de pássaros como de cachorros e gatos, especificidade que tem contribuído<sup>10</sup> para o aumento do rato preto em várias localidades. A promiscuidade das comunidades norvegicus se repete na *R. rattus*, podendo uma fêmea conceber cinco ninhadas em um ano. A neofobia da ratazana é mais proeminente no rato de telhado, tornando-o ainda mais cuidadoso com o caminho percorrido e desconfiado em relação a iscas. Possui tempo de vida médio de um ano.



**Figura 6.5** – Rato de telhado, menor porte em relação à ratazana, mas maior habilidade em escalar paredes e andar por fios. Fonte: Guia de Vigilância Epidemiológica, 2005.

Além da desconfiança das espécies em relação a objetos desconhecidos em seu território, essas espécies de ratos são dotadas de outros instintos aguçados de sobrevivência. O principal é chamado de *bait shyness*, ou seja, um “espanto por iscas”. Esse fenômeno ocorre quando uma ninhada presencia o falecimento ou a doença de um integrante após consumir determinado alimento. A associação entre risco de morte e o alimento, no caso a isca, é feita pelos integrantes da população, tornando o veneno utilizado inútil com o passar do tempo. Esta característica do comportamento do roedor torna a utilização ilegal do veneno conhecido como chumbinho (organofosforado carbamato), ainda mais danoso à

---

<sup>10</sup> “(...) se alimentam das rações para animais domésticos como porcos, vacas e galinhas, assim como gatos e cachorros” (Manual de Vigilância Epidemiológica, 2005).

sociedade. Ao contrário dos venenos anticoagulantes utilizados pelos agentes de zoonoses, o chumbinho mata o roedor em poucos instantes, tornando a isca utilizada pouco eficiente para futuras desratificações. A morte rápida do animal e a visualização de sua carcaça fazem com que a população creia mais no chumbinho do que nos anticoagulantes, pois este permite a visão do rato morto; a constatação da efetividade do veneno. O uso indiscriminado do chumbinho ainda é responsável por um grande número de acidentes<sup>11</sup>.

O estudo do comportamento dos vetores é essencial para o combate da leptospirose, além das informações em relação aos seus hábitos alimentares que facilita seu envenenamento, é possível concluir que os locais marcados pela espacialização da doença também são morada dos vetores, já que estes não se locomovem por grandes áreas. Outro viés de análise, o mesmo que exime o camundongo *mus musculus* de uma análise mais profunda, é em relação ao transporte de sorovares. Há diferentes capacidades entre as diferentes espécies. A ratazana é sabidamente detentora de um maior poder de transmissão, já que seu contágio e eliminação são maiores que o rato de telhado.

---

<sup>11</sup>

“Criança leva chumbinho para escola por engano e seis são intoxicadas” Folha 08 de março de 2007.

## **7. METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS ADOTADOS**

### **7.1 Arcabouço Teórico**

A principal ferramenta de análise espacial utilizada neste trabalho, o Sistema de Informação Geográfica (SIG), é discutida neste capítulo. Apesar de sua ampla utilização neste trabalho e em muitos outros onde há a preocupação com o espaço, o SIG não deve ser visto como um método, mas sim como uma ferramenta, um meio profícuo para se atingir resultados que exigiriam cálculos complexos num tempo mais curto. A difusão do uso desse tipo do próprio software espacial se deve pela facilidade com que o mesmo hoje em dia é manuseado. O barateamento dos computadores, acrescido da queda no preço de licenças e grande disponibilidade de tutoriais, fez com que o SIG passasse a ser utilizado por um grande número de pesquisadores. A maioria das ciências que a ele recorrem são as chamadas ciências da terra, ou necessitam analisar determinado fenômeno devem levar em conta o espaço. Trabalhos realizados por médicos, biólogos, geólogos e outros profissionais que necessitam localizar seu objeto num lugar são cada vez mais comuns, difundindo o uso dos Sistemas de Informação Geográfica.

Um fenômeno advindo da utilização indiscriminada dos SIG tem se fortificado cada vez mais a visão de que a análise espacial proporcionada pelo SIG surgiu dentro do próprio software. Caso tal idéia fosse confirmada, creditar-se-ia a grandes empresas que detêm as licenças desses softwares não só os algoritmos programados, mas também a análise espacial. Atribuir aos computadores e seus programas abordagens espaciais como a interpolação de dados, diferenciação areal, superfícies de tendência e etc. é mascarar, ignorar um conhecimento científico erguido há décadas atrás, cuja autoria é notória. Tendo em vista a necessidade de um maior aprofundamento nas ferramentas de análise espacial que serão utilizadas urge-se retomar antigas idéias, paradigmas passados que na história da geografia algumas vezes são citados erroneamente como superados. Não é objeto deste trabalho uma revisão na história do pensamento geográfico e da geografia, mas sim abordar correntes de pensamento que embasaram a análise espacial facilitada atualmente pelas ferramentas SIG.

Esta breve retrospectiva aborda, não havendo outra maneira, as contribuições do geógrafo norte americano Richard Hartshorne, para com a Geografia. O ensaio de 59

páginas, que posteriormente deu origem a obra *The Nature of Geography*, iniciou a corrente rotulada como tradicional na geografia, a diferenciação areal. De acordo com Hartshorne, a necessidade da geografia é inerente ao homem. A curiosidade em se saber os aspectos de outros países, principalmente durante o período das grandes navegações, sempre foi do interesse das pessoas. Houve então a necessidade de se tornar científica esta descrição, já que por mais que o trabalho de Humboldt se propusesse a tal feito, o objetivo não foi alcançado. Hartshorne adota uma postura diferente a de seus antecessores na disciplina, pois o autor questiona a necessidade da formulação de leis para acrescentar cientificidade a geografia. De acordo com o autor, o caráter científico não é adquirido pela formulação de leis e prognósticos, mas pelo interesse e lógica na aquisição de novas informações que contribuam para o entendimento do planeta.

Eximindo a geografia da postulação de leis para os fenômenos espaciais, o geógrafo norte americano preocupou-se em estabelecer o objeto. Este seria a superfície terrestre, mais especificamente a crosta externa, enquanto a regionalização seria o método, uma determinada área dotada de elementos e fenômenos inter-relacionados lhe daria um caráter exclusivo, lhe daria diferenças adquiridas, obviamente, após a comparação com outras regiões. Através destes corolários, Hartshorne (1978, p. 22) afirmou que a geografia tem por objeto proporcionar a descrição e a interpretação, de maneira precisa, ordenada e racional, do caráter variável da superfície da terra.

A recusa pelas leis e a busca pelo caráter único de fenômenos e áreas fez com que a escola tradicional fosse considerada pouco profícua para a geografia. Um dos maiores críticos da escola tradicional foi Schaefer. Em seu ensaio intitulado *Exceptionalism in Geography* (1955), o geógrafo critica a aversão desta corrente em relação à postulação de leis, buscando diferenciar a elaboração das mesmas e o determinismo:

*Não há nada de errado em investigar a influência que o meio físico exerce, seja positivamente ou como uma condição limitadora, no processo social. A maioria dos geógrafos espera descobrir legítimas conexões nesta área; isso não os torna geógrafos deterministas. (Schaefer, 1953 p. 247)*

Schaefer apresenta a geografia como uma ciência nomométrica, ou seja, regulada por leis. Essas sim, trariam a almejada cientificidade, além de aproximar outras ciências cujas

interfaces são importantes para a análise espacial. Fica então estabelecida uma suposta superação do paradigma ideográfico proposto por Hartshorne em detrimento do caráter nomométrico defendido por Schaefer. Christofolletti (1976, p. 15) define ambas as visões espaciais, apresentando primeiramente a perspectiva ideográfica como o estudo de acontecimentos únicos, o mais importante era assinalar suas peculiaridades, donde a necessidade da consulta histórica e retrospectiva de sua evolução, enquanto a visão do espaço através do prisma nomométrico salienta a generalização, procurando oferecer enunciados que caracterizem e expliquem o funcionamento dos fenômenos (...).

Apresentada a crítica em relação ao tradicionalismo da geografia, Schaefer fixa as bases, ou pelo menos, enumera prenúncios (Ferreira, 2003) da escola espacial, que surge sob o título de Nova Geografia; nova por ser cunhada em métodos quantitativos, em leis e por acreditar que a geografia deveria prestar atenção no arranjo espacial do fenômeno numa área e não tanto no fenômeno em si. Relações espaciais são as que importam na geografia, e não outras. (Schaefer, 1953, p. 228).

A Nova geografia regula-se por um paradigma diferente as outras escolas. Coffey (1981) inicia a apresentação deste tipo de análise explicitando que o prefixo geo nas ciências geografia e geometria não são mera coincidência, já que o espaço, no seu censo métrico euclidiano, parece manifestar uma influência sobre a distribuição de fenômenos e também sobre suas características não espaciais. (Coffey, 1981, p. 37). Deste modo, resgata-se uma visão muito antiga da geografia, algo que, ainda de acordo com autor citado, resgata pensamentos de Ptolomeu, geógrafo, matemático e astrônomo que aproxima a geografia da geometria. Este viés de análise do espaço; preocupa-se em mensurar um fenômeno, estudar as características espaciais que fizeram com que tal acontecimento ocorresse naquele lugar, identificar, usando a geometria e métodos quantitativos, sua magnitude e volume para entendê-lo melhor. Este viés permitiria a formulação de leis para determinados fenômenos ocorridos em localidades específicas, tornando possível o prognóstico de tais acontecimentos em outras áreas cuja configuração espacial seja semelhante.

O embate entre a escola corológica e espacial na geografia ocorre devido ao modo diferente de se abstrair o espaço, de tentar entender e explicá-lo. O caráter ideográfico e nomométrico, aparentemente visto como dual, é uma bifurcação no caminho percorrido pelo



pesquisador que o obriga optar por uma direção. Apesar da separação clara, alguns geógrafos, ao se aprofundarem neste tema, notaram íntimas relações entre tais escolas falsamente paradoxais.

Apesar de Berry ter se antecipado a Robert Sack, as similitudes entre as escolas apresentadas por este segundo abrem o pensamento que será exposto. Sack, em seu ensaio *Chorology and Spatial Analysis* de 1974, inicia uma abordagem diferente daquelas de seus colegas contemporâneos. Ao invés de aprofundar a divisão entre as escolas, o autor apresenta o intercâmbio de elementos entre o viés ideográfico e nomotético. Para tal, o autor apresenta inicialmente o discurso utilizado pela geografia corológica, onde localidades “únicas” são descritas e, obviamente, por serem únicas foram comparadas com outras. Esta comparação ocorre no espaço, conseqüentemente há uma localização, algo que atrele tais regiões ao espaço métrico euclidiano da crosta. Para Sack esta preocupação com as conexões geométricas já caracteriza um intercâmbio de informações: (...) a preocupação com conexões geométricas de fatos parece ser sine qua non do discurso geográfico. (Sack, 1974, p. 449).

De acordo com o autor, ao se mensurar determinados fenômenos no espaço e notar ligações entre os mesmos, físicas e temporais ocorridas em determinado lugar, fica constituída uma região específica. Esta localizada através de técnicas quantitativas torna-se única, pela diferenciação areal e pela intersecção dos fenômenos mensurados que não se encontram da mesma maneira em outras localidades. Deste modo, Sack defende uma síntese entre a tese proposta pela geografia regional tradicional e a antítese advinda da espacial, como demonstra já na conclusão de seu texto:

*(...) precisamos achar a síntese das escolas corológica e espacial que seja sensível às distinções de ambas, que forneça um argumento singular para o interesse para com as propriedades geométricas dos fatos, e que ajudasse-nos a considerar empiricamente os caminhos dos geógrafos e outros tenham usado os termos lugar e região. (Sack, 1974, p. 452).*

Apesar da aproximação entre as concepções ditas antagônicas, Berry (1964) em seu ensaio “Approaches to Regional Analysis: A Synthesis”, representou um papel essencial para a geografia por aproximar de modo mais palpável tais vieses. A principal contribuição

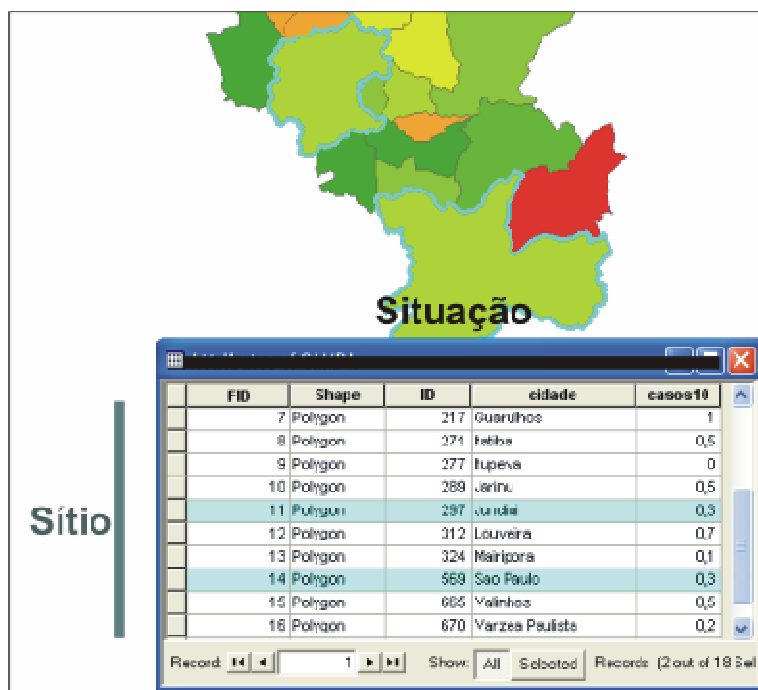
foi à elaboração dos conceitos de sítio e situação. Sítio foi descrito como vertical, referindo-se a relação homem-meio do local, enquanto que (...) Situação é horizontal e funcional, referindo-se a interdependências regionais e conexões entre lugares, ou o que Ullman chama de interação espacial (Berry, 1964, p. 4). Ao analisar tais conceitos nota-se o caráter corológico na idéia de sítio, pois têm como base um levantamento das características de um local que permitiriam a comparação com outras áreas. Já a situação aproxima-se mais do caráter nomométrico, ou seja, como já explicitado pelo autor, atrela-se a idéia de interdependência regional, destoando assim da abordagem ideográfica, pois assume a relação entre lugares e sua variância conforme a distância.

Sítio e Situação são apresentados e discutidos no ensaio para a posterior introdução do conceito de matriz geográfica, um modo de análise espacial que combinaria ambas as abordagens. Berry especula sobre a possibilidade do recolhimento de um grande número de informações sobre variadas localidades - recolhimento sobre os sítios e situações – de tal modo que, para organizá-los, haveria a necessidade da confecção de uma matriz geográfica.

*Agora assumo que exista toda uma série de características que foram gravadas para uma série de lugares. Talvez possamos imaginar que um completo “arquivo de dados geográficos” está disponível. (...) Um modo eficiente de se organizar os dados é através de um arranjo retangular, ou uma matriz. Como se parece uma “matriz geográfica”? Cada característica conta com uma linha, e cada lugar como uma coluna. (Berry, 1964, p. 5)*

A citação exemplifica o trato espacial proposto para o estudo do espaço. Através desta matriz tornou-se possível verificar várias características de um lugar, pois temos um levantamento de sítio após acompanharmos uma coluna. É possível também se estudar a distribuição espacial de um determinado fenômeno já que a linha, que representa a situação, enumera uma característica ao longo do espaço. O raciocínio proposto pelo geógrafo é parte dos softwares que operam sistemas de informação geográfica atuais. As relações de busca, de comparação entre camadas temáticas e cruzamento das mesmas dependem, diretamente, da matriz geográfica, já que esta é a “estrutura” seguida pela tabela de dados que origina o plano de informação. Este apontamento fica mais explícito conforme é feita uma pesquisa de informações num software SIG. Na figura abaixo se fez uma pesquisa num plano de

informações que representa os municípios do estado de São Paulo. Feita no software ArcMap9.1, a busca objetivou municípios que possuísssem uma relação de 0,3 casos de leptospirose a cada 10 mil habitantes no ano de 1998. Feita a pergunta o software se encarrega de selecionar os municípios desejados:



**Figura 7.1** – Pesquisa simples numa tabela do software Arcmap

Nota-se na figura acima a inversão dos atributos enumerados por Berry, já que a situação é representada nas colunas e os sítios nas linhas. Apesar de tal inversão, a abordagem proposta pelo cientista é indiscutivelmente utilizada, já que as relações entre sítio e situação fornecem o resultado; esse chamado pelo autor de fato geográfico, a intersecção entre a situação e o sítio.

Este exemplo enumera uma das contribuições da geografia, principalmente da escola espacial firmada nas décadas de 60 e 70, para com a análise espacial feita pelo SIG atuais. Através desta disposição tornou-se possível trazer para o meio digital um inventário sobre determinada localidade, diferenciando-a de sua vizinhança. Além desta diferenciação, tornou-se possível também acompanhar o comportamento espacial de uma determinada característica, estimando para áreas sem informação alguns valores, esses baseados na proximidade com áreas já descritas. Essas interpolações de dados conhecidos advêm, primeiramente, da escola espacial da geografia e, apesar de facilitadas atualmente pelos

computadores, nasceram como fruto do caráter geométrico de análise espacial que permeou a história da geografia.

Tendo o arcabouço geográfico sido brevemente descrito e o meio digital reconhecido como grande facilitador do emprego do método, passa-se a discutir a etapa seguinte de uma abordagem geográfica feita através dos SIG. A tradição geométrica, assim como os planos de informações que representam mapas nos SIG, depende de uma abstração do espaço real; abstração de fenômenos e objetos que devem ser representados no meio digital de forma coesa para que não origine dados estéreis. A parte seguinte deste capítulo busca apresentar as formas de representação do espaço.

### **7.1.2 Sistemas de Informação Geográfica e a Abstração do Espaço.**

A elaboração de um mapa, tanto nos SIG quanto nos realizados pelos primeiros navegadores, baseava-se na abstração do espaço. O observador desenha determinada porção do espaço, ou até mesmo toda a superfície do planeta, munido de técnicas matemáticas que permitem com que uma grande porção de terra caiba num pequeno papel, ou interface gráfica. Esta modelagem foi parte essencial dos primeiros mapas confeccionados, e ainda hoje é o primeiro passo na elaboração de uma carta ou mapa digital, mesmo que o processo se dê em um computador.

Como já visto, a banalização dos SIG fez com que partes do processo de análise espacial fossem escamoteadas, sendo algumas atribuídas aos algoritmos computacionais. Neste momento o texto já citado anteriormente, intitulado *The 1960's: A decade of progress in geographical research and instruction* elaborado por Kohn (1970), dá alguma idéia de como foi recebida a idéia de se abstrair novamente o espaço geográfico, só que neste momento para um ambiente virtual. Estimulado pelas primeiras imagens de sensoriamento remoto, pela possibilidade de recolher diferentes informações advindas de diferentes faixas espectrais e manipulá-las em diferentes escalas, o autor enumera funções importantes para análise espacial, pois esses sistemas devem satisfazer quatro critérios básicos para que possam ser úteis para o pesquisador em geografia (Kohn, 1970, p. 215):

*1 – Eles devem ser capazes de localizar pontos específicos assim como localização de dados em área.*

*2- Eles devem fornecer a agregação de variáveis de dados. Sistemas que preenchem tais critérios são normalmente referidos como sistemas de geocodificação e são de grande valor para pesquisas geográficas.*

*3- Um sistema de informação geográfica deve fornecer um método para reprodução de arranjos espaciais. (...) realizar operações específicas entre os dados, e apresentar os resultados de forma visual.*

*4- um sistema de informação geográfica deve conter um pacote de programas matemáticos e estatísticos que possa ser acessado, se necessário, para auxiliar na análise de dados espacialmente orientados.*

As expectativas do autor reafirmam o que é defendido nesta dissertação, de que o SIG não é um paradigma da informática, mas uma consequência natural das teorias de análise espacial (Ferreira, 2003, p. 37). A evolução da computação e de suas ferramentas não resultaria nos SIG. Uma linha mais lógica desta evolução inseriria a demanda por informações espaciais, a necessidade em se ter um maior número de informações sobre um lugar e estudar como ocorre a distribuição de fenômenos no espaço, como força motriz da inserção da geografia nos sistemas de informação.

Deste modo houve a necessidade de se utilizar os computadores para facilitar a aplicação de uma análise quantitativa do espaço que já existia. Desejava-se que o computador auxiliasse no recolhimento e armazenamento coeso de dados (itens 1 e 2), assim como a possibilidade de relacionar entre diferentes planos de informação e apresentar o resultado de forma visual (item 3). Operações estatísticas e matemáticas (item 4) concluíam os principais anseios dos pesquisadores do espaço em relação ao advento dos sistemas de informação.

### **7.1.3 Abstração Parcial do Espaço Geográfico**

Como se sabe, a complexidade do espaço não pode ser reduzida a um sistema ou estrutura passível de representação no mundo virtual. O tempo e o espaço, este último muitas vezes relativo e não euclidiano, tem em suas representações grandes obstáculos;

dificuldade não restrita apenas a aqueles que tentam modelá-lo em um SIG, mas para qualquer cientista que estuda um fenômeno espacial que varia com o tempo.

Reconhecido os limites dos SIG, mas não abrindo mão de sua eficiência na modelagem de fenômenos e estudo dos mesmos, apresentam-se as principais formas de se abstrair feições do mundo real para o virtual.

#### **7.1.3.1 O Formato Vetorial**

A representação de feições espaciais é muito comum nos SIG atuais. Anteriormente, a produção de vetores era algo complexo, sendo as estruturas rasters mais comum ao SIG. Atualmente, principalmente com o advento dos programas do tipo CAD, pontos, linhas e polígonos inserem-se cada vez mais na análise espacial facilitada pelos Sistemas de Informação Geográfica. A principal característica desse tipo de arquivo gráfico digital é sua plasticidade. O desenho de um mapa pode ser alterado e manipulado mais facilmente através das ferramentas de desenho, além do resultado final ser mais próximo da realidade e mais refinado do que um mapa em formato raster.

Apesar de tais facilidades e advenços estéticos, os arquivos vetoriais dificultam algumas operações feitas de modo corriqueiro quando se trabalha com planos de informação no modo matricial. Para que as qualidades e deficiências dos vetores sejam expostas, há de se abordar sucintamente os dois principais tipos de estruturas de dados vetoriais.

A estrutura conhecida como espaguete, não apresenta informações sobre a topologia, de modo que as consultas e a navegação pelas formas geométricas se dão exclusivamente pelas coordenadas espaciais. As feições – pontos, linhas e polígonos – possuem tabelas diferenciadas, baseadas nas coordenadas de cada ponto. O trato separado de cada feição resulta em duas desvantagens importantes, a primeira é a redundância dos dados, a segunda é o gasto computacional devido a ausência de atributos topológicos (Bonham-Carter, 1994, p. 70). A redundância a que se refere o autor diz respeito ao encontro de linhas ou polígonos, estas são registradas duas vezes em diferentes tabelas, podendo aumentar e tornar mais complexo o arquivo. A ausência de topologia, que às vezes resulta no rótulo de arquivo não estruturado para vetores espaguete, fica mais explícito conforme se tenta executar uma determinada função. Ao se perguntar para tal arquivo, por

exemplo, áreas de intersecção entre setores censitários que possuam as variáveis V042 e V043 inicia-se uma grande busca. Primeiramente ocorre a busca por tais polígonos, identificando assim todos os polígonos dotados destas variáveis. Após tal busca tem início a segunda operação do processo, a identificação de todos os vértices pertencentes a todos os polígonos encontrados para, finalmente, ocorrer a comparação entre as coordenadas e assim apresentar o resultado.

As estruturas de dados topológicos, apesar de não ser tão adequada para construção gráfica de apresentação de mapas, é mais eficiente nas consultas e análises espaciais. Se no exemplo acima fosse implementado na estrutura topológica, o resultado seria adquirido mais rapidamente exigindo menos processamento. Isso ocorre devido a diferentes tabelas que são acrescentadas a este tipo de estrutura. Além das coordenadas espaciais, as diferentes feições espaciais possuem tabelas que armazenam informações sobre as linhas/arcs que a compõe, seus vértices, nós e pontos, fazendo com que a pergunta do exemplo seja respondida através das mesmas, não havendo necessidade de consultas sobre coordenadas espaciais.

#### **7.1.3.2 O Formato Raster**

Ao se representar uma parte do espaço numa estrutura raster, ou seja, numa estrutura matricial, aceita-se a destarte que muitas das feições serão perdidas assim como outros atributos espaciais. A representação é mais facilmente entendida conforme retrocede-se ao seu início, quando os computadores ainda eram muito limitados a sua representação. Há décadas atrás a digitalização de um mapa de uso do solo era muito mais trabalhosa do que atualmente. Após a reunião das informações e a produção de mapa comum, este recebia uma grade, sendo o espaço dividido em pequenas quadrículas. Posteriormente estas quadrículas, ao serem digitalizadas, inseridas no computador atribuindo seus respectivos valores em relação ao tipo de uso, dariam origem a um mapa digital.

Como resultado havia um arquivo gráfico suportado por uma tabela que lhe sustentava, informando a localização de cada pixel e o valor de seu atributo. Sua localização era dada pelas coordenadas X e Y - que podem representar coordenadas UTM ou geográficas - e Z, que neste caso simbolizaria numericamente o tipo de uso do solo.

Com o passar do tempo e o avanço dos computadores e principalmente do sensoriamento remoto, houve a necessidade de se armazenar arquivos raster de maior tamanho e dotado de maiores informações, como no caso de diferentes bandas espectrais. A agregação de diferentes bandas, de diferentes camadas de informação de uma mesma área, é feita através de três modos de organização: o BSQ (*band sequential*), BIL (*band interleaved by line*) e BIP (*band interleaved by pixel*). O primeiro modo de organização de cenas com mais de uma banda de informação aloca-os de forma extensa, a tabela é feita de forma seqüencial, ou seja, grava-se dados de uma banda e após o final desta, inicia-se em seguida a segunda banda até o término da operação. Este tipo de estrutura não é muito indicado para operações entre diferentes cenas devido à alocação das informações das bandas.

A estrutura BIL e BIP apresentam como diferença a “segmentação” da tabela. A estrutura BIL, após terminar o registro dos dados da primeira banda na primeira linha, inicia o mesmo processo na segunda banda, assim sucessivamente. Deste modo a tabela gerada apresenta uma sucessão das linhas das diferentes bandas. A estrutura BIP é similar a BIL, só que ao invés de segmentar a tabela utilizando linhas, utiliza como critério principal os pixels.

Apesar da coesão adquirida com tais estruturas, ainda há a necessidade de uma compactação dos arquivos raster. Atualmente a estrutura de compactação mais difundida nos SIG e nos programas de sensoriamento remoto e a de mapas contínuos. Originalmente chamada de *Run-length encoding* (RLE), a compressão tem como princípio que pixels adjacentes tendo o mesmo valor são combinados juntos numa linha, representados como um par de números (Bonham-Carter, 1994, p. 56). Essa realocação dos pixels em linhas, ou em tiras (Silva, 2003), reduz bastante os tamanhos dos arquivos.

Tendo já sido demonstrado de forma muito resumida as estruturas vetorial e raster, uma breve comparação também se faz necessária. A estrutura vetorial, apesar de ser mais plástica e de melhor apresentação, dificulta operações de sobreposição e de relação entre diferentes planos de informação, característica que, como será vista logo abaixo, é essencial para este trabalho.



## 7.2 Análise Espacial Proposta

Após a breve retrospectiva dos corolários que embasam os Sistemas de Informação Geográfica, tanto os teóricos como os computacionais, deve-se apresentar, pelo menos sucintamente, as possibilidades de análise espacial fornecidas pelos SIG.

É sabido que após a organização de uma base de dados, a mesma deve ser consultada e relacionada a fim de apresentar ao argüidor, respostas sobre o fenômeno espacial estudado, caso contrário o acúmulo de planos de informação por mais trabalhosa que tenha sido sua construção, torna-se inútil.

Algumas respostas espaciais podem ser alcançadas através de operações simples dos SIG, como uma consulta à tabela que embasa uma camada. Essas consultas recebem o rótulo de operações temáticas (Ferreira, 2003). Outras questões mais complexas que exigem uma análise mais refinada, que não são respondidas com a aplicação de uma pesquisa SQL no banco de dados, são designadas como operação espacial. As operações espaciais envolvem um número de variáveis que pode ter sido adquirido através de consultas e pesquisas nos dados, mas seu diferencial está no processo e no resultado final. A maior complexidade na utilização deste tipo de análise se dá na relação entre os dados, pois estes são confrontados a fim de se encontrar um resultado, este até então não existente. Esse tipo de operação se dá majoritariamente em ambiente raster.

Estas operações podem ser resumidamente divididas em cumulativas e não cumulativas. Operações cumulativas resultam na alteração do valor dos pixels da grade, sendo estes acrescidos ou subtraídos de algum valor. Um bom exemplo de operação aritmética num arquivo raster é a técnica de diminuição de espalhamento atmosférico denominada dark pixel subtraction. Esta técnica consiste em utilizar um corpo hídrico - cuja reflectância deveria ser zero - para se descobrir quanto do histograma da imagem foi alterado, “esbranquiçado”, pelo espalhamento atmosférico. Após a descobrir que o valor da água sofreu um acréscimo y, este valor é subtraído de todos os pixel da grade, consertando assim o espalhamento e seu efeito haze.

Já as operações não cumulativas reclassificam os valores dos pixels da grade, restringindo-os a 0 e 1 ou ao intervalo entre estes dois números. As análises algébricas não cumulativas podem ser de simultaneidade booleana, a possibilidade fuzzy e a probabilidade bayesiana (Silva, 2003, p. 191).

A lógica booleana consiste em atribuir as classes que compõe o plano de informações valores 1 ou 0, formando-se assim um mapa binário onde as áreas 1 são verdadeiras, relevantes ao estudo do fenômeno, enquanto as áreas 0 são consideradas falsas e devem ser desconsideradas. Após esta reclassificação as camadas de informação binária podem ser sobrepostas e relacionadas conforme os operadores da lógica booleana NOT, AND, OR e XOR. Tal operação poderia ser realizada se fosse necessário enumerar quanto das favelas da zona leste de São Paulo encontram-se a trinta metros dos rios da mesma área. Reclassifica-se o buffer de 30 metros do rio atribuindo valor 1 ao mesmo, sendo ao restante atribuído o valor 0. No mapa de uso do solo faz-se o mesmo, só a classe favela recebe o valor 1. Após a confecção das duas camadas há uma superposição utilizando o operador booleano AND, fazendo com que todas as áreas de valor 1 que se sobreponham apareçam na nova camada gerada.

Apesar da simplicidade da modelagem espacial feita no exemplo anterior, na maioria das vezes feições não podem ser representadas no meio digital com seus limites bem definidos, havendo a necessidade do emprego de outra operação algébrica. A lógica fuzzy ocupa-se por modelar fenômenos espaciais permeados por zonas de incertezas, sendo seus valores em zonas fronteiriças estimados através da possibilidade.

### **7.2.1 O Teorema de Bayes Aplicado no Espaço**

O teorema de Bayes tem como objetivo analisar diferentes classes de diferentes planos de informação e enumerar, através de pesos, os principais condicionantes para a espacialização de um fenômeno. Assim como no teorema deste matemático, a análise parte de uma situação prévia que enumera a probabilidade de algum fato ocorrer. Posteriormente, o teorema comporta outros condicionantes que influem no acontecimento do fato, encorajando ou restringindo-o. Trata-se então de dois momentos, o primeiro onde se estabelece a probabilidade primária e o momento final, a probabilidade posterior que apresenta um nova probabilidade para o estudo do fato, desta vez um resultado onde foram acrescidas mais variáveis, portanto um resultado mais refinado.

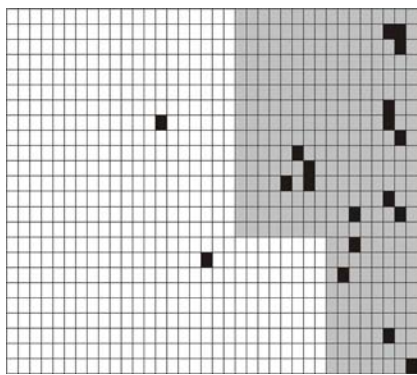
O teorema de Bayes aproximou-se da saúde primeiramente, como descrito por Boham-Carter (1994, p.303): um tipo de modelo que tem sido aplicado no problema de combinar evidências em várias disciplinas. Em particular, tem sido aplicado em

diagnósticos médicos quantitativos, combinando evidências de sintomas clínicos para prever doenças.

Dada à complexidade ainda não necessária na explanação, faz-se um rápido avanço no escrito para se explicar melhor o teorema. O processo tem início com a apresentação do fenômeno que se deseja estudar e a área ocupada pelo mesmo. Trata-se aqui do número de casos de leptospirose (200) numa determinada área do estado de São Paulo (10.000 km<sup>2</sup>), considerando cada caso simbolizado<sup>12</sup> por um pixel de 1km<sup>2</sup>. A probabilidade de randomicamente um ponto de a doença ser selecionado em tal área é dada pela fórmula:

$$P \{ D \} = \frac{N \{ D \}}{N \{ T \}}$$

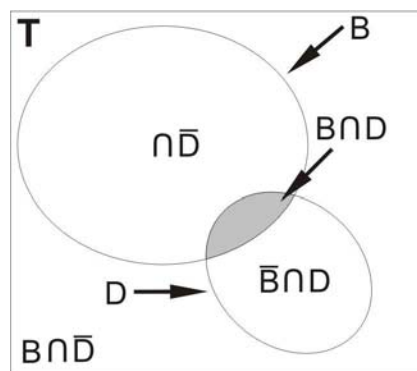
Sendo N { D } igual aos casos da doença e N { T } a área de estudo, a probabilidade prévia de um caso de leptospirose ser selecionado no local é de 0,02. Esse modelo probabilístico é utilizado quando não há mais informações sobre a área e outras evidências que contribuam ou dificultem a manifestação do fenômeno. A situação é alterada quando é acrescida ao modelo uma nova evidência binária, como a área ocupada por uma favela. Sendo detentora de 180 dos 200 casos, o novo plano de informação faz que com a expressão de probabilidade seja alterada, pois há uma grande correlação espacial entre o novo plano de informação binário e os casos da doença (Figura 6.2 – binário).



**Figura 7.2** – Superposição de Planos de Informação meramente ilustrativos

A relação entre as informações recolhidas e os casos da doença pode ser visto no digrama de Venn feito por Boham-Carter (1994, p. 305) e adaptado para este trabalho.

<sup>12</sup> Os valores elevados para a representação espacial da doença seguem o modelo confeccionado por Boham-Carter (1994, p. 304), cuja preocupação é a descoberta de áreas propícias à exploração de ouro.



Legenda:

$N \{ T \} = 10\ 000$  (Área total)  
 $N \{ B \} = 3600$  (Área da Favela)  
 $N \{ D \} = 200$  (Área da doença)  
 $N \{ B \cap D \} = 180$  (Casos da doença na favela)

**Figura 7.3** – Diagrama Venn

A nova informação, assim como sua relação com os casos de toda a área, deve ser expressa e calculada através da expressão de Probabilidade Condicional:

$$P \{ B | D \} = \frac{P \{ B \cap D \}}{P \{ D \}}$$

A variável  $P \{ B | D \}$  diz respeito a probabilidade condicional de se encontrar casos de leptospirose levando em consideração o novo plano binário. O processo realizado para se encontrar a probabilidade prévia é repetido, só que desta vez os casos restringem-se a aqueles que ocorrem no novo plano de informação (a favela representada por B) e são divididos pelo montante de casos. Desse modo calcula-se  $180/200=0,9$ , já que 180 é a área comum dos casos e 200 a área total ocupada pela leptospirose.

Após adquirir a probabilidade condicional é possível calcular a probabilidade posterior do modelo. Neste momento analisa-se através de números a influência da nova informação no fenômeno.

$$P \{ D | B \} = P \{ D \} \frac{P \{ B | D \}}{P \{ B \}}$$

A probabilidade posterior  $P \{ D | B \}$ , é resultado da probabilidade a priori  $P \{ D \}$  multiplicada pela razão entre probabilidade condicional e probabilidade de  $P \{ B \}$ .

A probabilidade condicional, como já demonstrada, resulta em 0,9 e  $P \{ B \}$  é probabilidade dos novos pixels na área de trabalho,  $3600/10000$ . A razão  $0,9/0,36$  resulta em 2,5, número que é multiplicado por 0,02, o valor da probabilidade prévia, resultando em 0,05. Conclui-se então que após o acréscimo de uma nova evidência a probabilidade de se

encontrar casos na área de estudo dirigida pelo novo plano é duas vezes maior que anteriormente.

O mesmo processo acima exemplificado pode ser utilizado para se descobrir a influência da área restante do plano de informação no fenômeno, ou seja, saber como se comporta a doença no espaço rejeitado no exemplo, composto pelo restante da área (10000 – 3600) e pelo com os valores restantes do fenômeno (200 – 180). A probabilidade posterior deste caso é dada pela seguinte expressão:

$$P\{D|\bar{B}\} = P\{D\} \frac{P\{\bar{B}|D\}}{P\{\bar{B}\}}$$

Como se constata à primeira vista, sua estrutura é muito similar a anterior, mas aqui se avalia os dados marginais, ou seja, a porção do espaço não dominada pela favela. A probabilidade prévia permanece com o mesmo valor, mas a probabilidade condicional adquire o valor de 0,1, já que 20 são os casos presentes na nova área e 200 o total de casos. Posteriormente divide-se 0,1 por 0,64, já que  $P\{B\}$  agora representa o plano binário fora da favela, é produto da razão (10000 – 3600)/ 10000. Em seguida multiplica-se a probabilidade prévia 0.02 por 0.15625, resultando na probabilidade posterior de 0.003125. Este novo valor probabilístico referente à entrada de um novo plano – plano de informações que regulará uma busca por casos numa área carente dos mesmos – é sensivelmente inferior ao seu valor oposto, onde se concentram as buscas nas áreas mais acometidas. Tal discrepância pode ser vista nos resultados, sendo 0.003125 muito inferior a probabilidade de 0.05.

Certamente que o exemplo em muito simplifica a utilização do teorema de Bayes, pois trabalhou apenas com uma nova evidência e os números envolvidos exigiriam um algoritmo modesto. Para que tal teorema seja capaz de identificar o papel de cada classe de um plano de informação e lhe atribuir um peso, há a necessidade de se trabalhar na forma logarítmica. Os logaritmos naturais de chance<sup>13</sup> conhecidos como *logits* são responsáveis por facilitar a abstração de fenômenos reais complexos para o computador, já que sua utilização facilita a grande quantidade de cálculos matemáticos envolvidos.

---

<sup>13</sup> Boham-Carter (1994) aprofunda a questão dos logaritmos de chance em sua obra, apresentando todo o processo para se adquirir pesos positivos de evidência e negativos não só para um plano.

### **7.2.2 Análise Espacial Através dos Pesos de Evidência**

O método de pesos de evidência, cuja base é o teorema de Bayes, foi escolhido por possibilitar, por meio de operações algébricas complexas, a identificação das especificidades que mais contribuem para o acontecimento de um fenômeno no espaço. De acordo com Boham-Carter (1994, p.269), os modelos potenciais minerais, dividem-se em Dados-Dirigido e Conhecimento-Dirigido.

O modelo aqui utilizado, denominado de pesos de evidência, pertence ao primeiro método de investigação, enquanto o segundo, é representado, principalmente, pela lógica fuzzy. Apesar de tal diferenciação técnica, tais métodos de inquirir o espaço sobre um evento, têm como diferença principal o ponto de partida. Se fosse seguido aqui a análise através do Conhecimento-Dirigido, haveria a necessidade de um especialista nas endemias de leptospirose na zona leste de São Paulo, sendo este detentor de uma sabedoria que enumerasse pesos a cada evidência, cada plano de informação, para que fosse possível a confecção de um mapa que explicitasse as áreas mais suscetíveis às endemias.

A situação atual das endemias de leptospirose na zona leste de São Paulo dificulta a participação de um expert no processo. Este deveria hierarquizar todas as evidências envolvidas e também de suas classes, estabelecendo o peso exato para cada atributo. A complexidade envolvida fica explícita ao se tentar hierarquizar a influência de diferentes distâncias de um rio ou córrego em relação à doença, pois dadas três distâncias, 10m, 20m e 30m, o especialista deveria enumerar qual o papel de cada uma na manifestação da doença. Uma primeira análise baseada no senso comum que recai na combinação “moradia precária e enchentes” atribuiria às distâncias mais próximas ao rio os maiores números de casos. Tal atribuição deixaria de lado alguns elementos como os ratos de telhado, cuja proliferação na cidade aumenta a cada ano e cujo habitat não depende dos rios.

A análise através de pesos de evidência, sendo vista de forma mais teórica, recai num estudo do lugar, uma abordagem corológica de determinada área a fim de enumerar algumas evidências e suas relações com um fenômeno. Apesar de se munir de algoritmos e computadores, tal abordagem ainda necessita do arcabouço teórico da geografia. Esta amarra em relação ao método de análise espacial geográfico facilita a transposição de

barreiras com o primeiro contato com os pesos de evidências, liberando os usuários de alguma restrição temática.

A ponte entre a abordagem de fenômenos através de pesos de evidência e sua espacialização tem sido atravessada, principalmente, através de softwares. Esses facilitariam a utilização do método, pois como já foi visto, a base matemática envolvida representaria um difícil obstáculo para uma grande gama de profissionais. Deste modo, optou-se neste trabalho por utilizar o software ArcSdm3.1. O programa nada mais é do que mais uma ferramenta adicional ao do programa ArcGis9.1, mas instalado separadamente, apresenta caminhos mais refinados para análise espacial, entre eles a função wofE. A função de weight of evidence no software consiste, basicamente, em enumerar pesos positivos ( $W+$ , chamados aqui de *Prob. Posterior*) e negativos ( $W-$ , tratado aqui como *Prob. Posterior 'ausência'*) para cada evidência do banco de dados, explicitando quais são as classes dos planos de informação que mais contribuem com um determinado fenômeno. Os cálculos feitos pelo programa baseiam-se na correlação espacial entre as áreas de interesse, incluídas na base de dados como *tracking points*, e as evidências. Quanto maior a correlação espacial entre o fenômeno estudado e a evidência apresentada, maior será seu peso positivo. O peso negativo ocorre quando se procura o fenômeno no espaço sem a evidência em questão.

Tais atribuições ficam mais simples conforme se analisa um trabalho já realizado. Como dito anteriormente, apesar do software ter sido criado para prever localização de depósitos minerais, o método nada mais é do que o teorema de Bayes em forma logarítmica, mas utilizado espacialmente para enumerar as principais características de um sítio selecionado através de um fenômeno. Tal sítio poderia ser selecionado no espaço através de diferentes critérios, como por exemplo, moradas do roedor neotoma no Pleistoceno. O trabalho realizado por Mensing *et al* (2000) teve como objetivo identificar áreas em parte do estado de Nevada (EUA), locais onde existiria, maior probabilidade de se encontrar as tocas de tal animal. De acordo com o estudo, o neotoma tinha como hábito levar para seu abrigo restos de animais e vegetais, o que torna a descoberta desses abrigos importante para pesquisadores, pois seus estratos de restos fossilizados permitem especular sobre a migração de espécies vegetais durante momentos pretéritos.

O trabalho realizado, assim como este, parte da análise dos Dados-Dirigido, utiliza-se um programa em que seja possível aplicar o teorema de Bayes a fim de enumerar as principais evidências que desencadeiam tal fenômeno, no caso um ambiente propício que conserve as tocas do neotoma, sensíveis a intempéries. A base de dados utilizadas pelo ArcSdm3.1 tem como camada principal os tracking points, ou seja, locais onde já foram encontradas tocas do animal. Essas áreas delimitam o estudo de sítio, o levantamento baseado na correlação espacial. As evidências importantes para a conservação dos abrigos do roedor são: a geologia, elevação, declividade e aspect<sup>14</sup>.

Cada evidência tem suas classes relacionadas com os locais escolhidos, uma correlação espacial que se dá matematicamente através da probabilidade e resulta na hierarquização através dos pesos  $W+$  e  $W-$ . O peso positivo é a probabilidade de se encontrar o fenômeno associado a sua classe, enquanto o peso negativo é a probabilidade de se encontrá-lo na ausência da classe. A relação entre os pesos é expressa através do Contraste, adquirido após uma simples subtração entre  $W+$  e  $W-$ .

### **7.3 Construção de um Modelo para Leptospirose na Zona Leste de São Paulo**

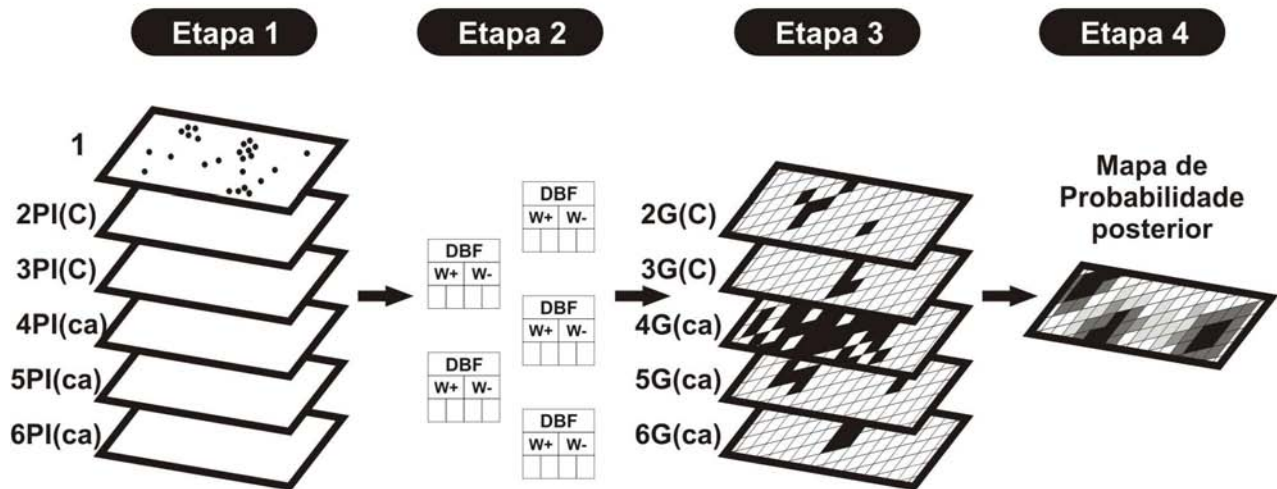
Neste momento do trabalho listam-se os planos de evidência e o processo de refinamento dos mesmos para utilização dos pesos de evidência. A fim de facilitar a demonstração das medidas tomadas, desde a modelagem dos planos até produção de um mapa de probabilidades, uma figura foi confeccionada. A partir do fluxograma representado pela figura 7.4, é possível acompanhar as etapas envolvidas na confecção de um mapa de probabilidade bayesiano de casos de leptospirose na zona leste de São Paulo.

---

<sup>14</sup>Função básica dos softwares SIG e de Sensoriamento Remoto que, através de um modelo de formato de vertente, produz um novo modelo apresentando como se dá a incidência solar no lugar.



# FLUXOGRAMA DO TRATO DAS BASES DE DADOS NO SOFTWARE ARCS DM3.1



**Figura 7.4** – Fluxograma da modelagem de dados adotada no software

De acordo com Raines, Boham-Carter et al (2000, p. 46), a utilização do Arc-WofE, é composta por quatro etapas. A etapa inicial da figura intitulada “Confecção da Base de Dados” e a última “Mapa de Probabilidade” são iguais às propostas pelos autores, sendo o segundo e terceiro momentos do fluxograma diferentes. Apesar de a diferença ser meramente ilustrativa - uma simples mudança nos nomes já que o processo permanece idêntico - esta se fez necessária devido à necessidade em se aprofundar os passos seguidos, a fim de tornar todo o processo mais inteligível.

A elaboração dos planos de dados, a etapa 1, é discutida nas páginas a seguir, já que envolve subjetividade e é base do trabalho. A segunda etapa onde ocorre a atribuição dos pesos e a terceira, onde ocorre à produção de mapas binários, são descritas e comentadas no capítulo seguinte, assim como o mapa de probabilidade final.

## 7.3.1 Elaboração dos Planos de Informação.

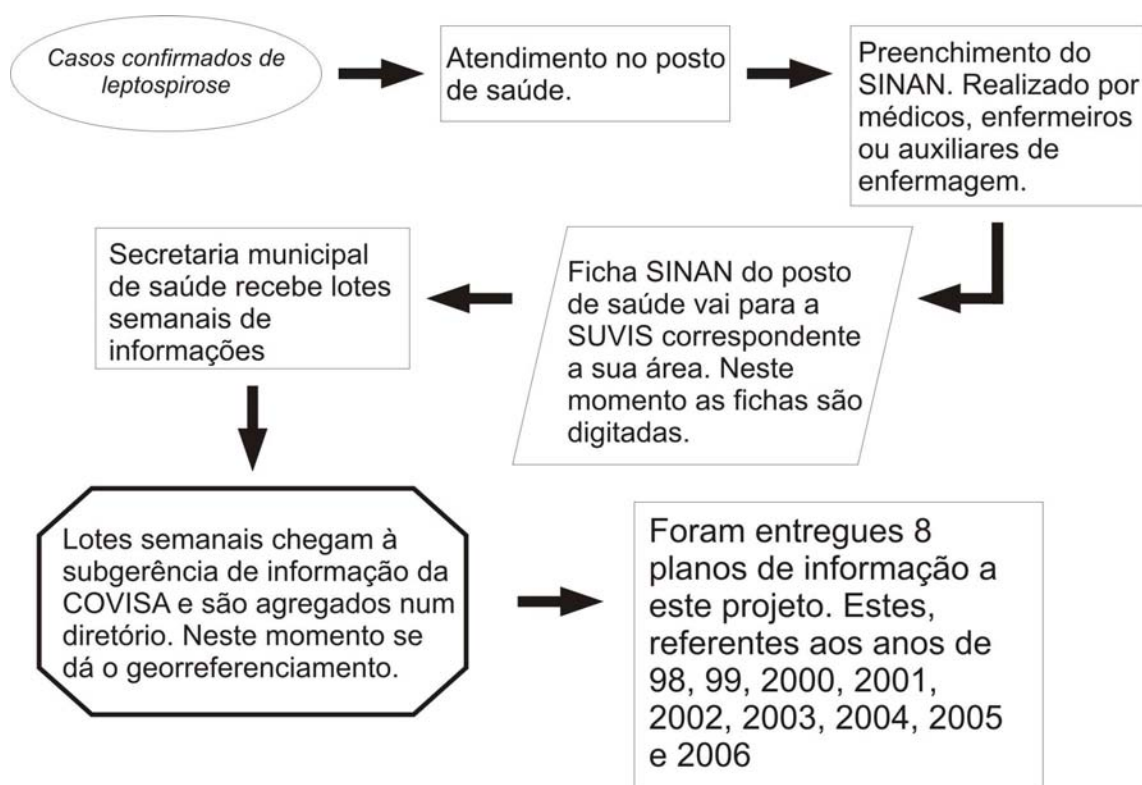
A análise espacial recai sobre quais evidências serão escolhidas e como as mesmas serão modeladas. Apesar da linha de trabalho assumir a postura de Dados-Dirigido, onde o software explicita quais fatores mais contribuem para a leptospirose, há uma grande necessidade no entendimento do fenômeno, para que o produto final não mascare ou apresente falsos resultados. Utilizando a numeração apresentada na **figura 6.4**, cada plano

de informação que integra o modelo é apresentado, explicitando sua origem, modelagem e função no software ArcSdm3.1 (Arc-WofE).

### 1 - Casos de Leptospirose.

O mapa dos casos de leptospirose de 2006 é o plano de informação mais importante do modelo. A ele é atribuído o papel de *tracking points*, ou seja, assim como depósitos auríferos ou tocas de roedores neotoma encontradas, estes pontos serão os delimitadores dos sítios que serão analisados. Dada à importância de tais pontos, o modo como foram georreferenciados deve ser apresentado, para que haja maior segurança no principal plano de informações do modelo.

A camada de pontos de leptospirose da cidade de São Paulo foi cedida pela Coordenadoria de Vigilância em Saúde (COVISA) em 2007. A subgerência de informação deste órgão é a ultima etapa percorrida por esses dados, onde os mesmos são conferidos e tem sua localização definida em São Paulo. A **figura 7.5** elucida o caminho percorrido dos casos de leptospirose até sua chegada nos Sistemas de Informação Geográfica.



**Figura 7.5:** Fluxograma das informações sobre os casos de leptospirose advindos do SINAM

Após a confirmação da doença no posto de saúde, já que os casos suspeitos não são computados, ocorre o preenchimento da ficha do Sinan (Sistema de Informação de Agravos de Notificação). Esta ficha permite a maior organização das informações associadas aos casos de leptospirose, tais como faixa etária, escolaridade, informações técnicas para médicos e, principalmente, a moradia. A ficha do Sinan, presente no **anexo 01** possui campos específicos (15 a 24) para tal informação; campos utilizados para o georreferenciamento dos casos, ou seja, um georreferenciamento por endereços residenciais.

Ao continuar a leitura do documento, nota-se a presença de um campo de grande importância. O campo 29, presente no anexo 02, tem como objetivo apontar o possível local de contágio sendo então, pelo menos teoricamente, a informação utilizada para georreferenciar os pontos. Apesar do raciocínio aparentemente óbvio envolvido, a idéia perde força conforme é analisada mais profundamente. Um dos primeiros obstáculos é o preenchimento da ficha, pois esta muitas vezes é feita de forma incompleta<sup>15</sup>.

Preenchida não só por médicos, auxiliares de enfermagem e enfermeiros, nem sempre completam tais informações, assim como o paciente pode não ter tal informação, sendo o local de sua moradia algo mais óbvio e consequentemente preenchido em quase todos os casos. Outro fator muito importante para a escolha do layer da informação, “residências contaminadas”, foi o modo de contágio da doença no país. Ao contrário do exemplo neozelandês, onde o risco está no trabalho com animais, ou do canadense, onde atinge esportistas e aventureiros de final de semana, a leptospirose no Brasil acomete pessoas em suas residências. Souza (1985, p. 46), no trabalho que investigou a leptospirose no vale do rio Aricanduva, afirma que 67,8% dos infectados pela doença não precisavam sair de suas casas para serem vítima da leptospira, já que as enchentes se encarregavam da transmissão. Apesar da data do trabalho, a situação ainda é corroborada pelo Guia de Vigilância Epidemiológica (2005, p. 507): Em análise realizada para o período 2001 a 2003, no Brasil, o local provável de infecção (LPI) de 55% dos casos era o domicílio; de

---

<sup>15</sup> Mesmo no campo obrigatório referente à moradia, há imperfeições no preenchimento. *O campo referente ao endereço é de baixa qualidade, com endereços incompletos, erros de digitação e ortografia (...)* Tassinari & Pellegrini (2004, p. 1728)

32%, o ambiente de trabalho e de 13%, as situações de lazer. Apesar de o Manual tratar de casos em todo Brasil, assume-se que a cidade de São Paulo se enquadra no perfil da leptospirose no país que caracteriza sua concentração em áreas mais pobres e com possibilidades de enchentes.

Algumas informações técnicas também devem aqui ser explicitadas para expor totalmente os critérios utilizados. Primeiramente, a COVISA forneceu a este trabalho todos os casos confirmados e georreferenciados dos anos de 1998 a 2006, plano de informação que pode dar origem a nove planos de informação diferentes, sendo o tema adquirido através do ano. A enumeração dos fatores condicionantes correspondentes aos outros anos também será feita, mais o ano de 2006 adquire maior importância pela atualidade, já que recebeu todas as intervenções técnicas feitas até o momento no combate contra enchentes. Esta assertiva pode ser mais facilmente aceita conforme analisamos as intervenções governamentais na zona leste de São Paulo que objetivavam cessar, ou diminuir, os problemas das enchentes nas áreas. Dos 16 “piscinões” em funcionamento na cidade de São Paulo, 10 estão na zona leste:

**Tabela 7.1 – Piscinões de São Paulo**

<b>Local</b>	<b>Piscinão</b>	<b>Data de Construção</b>
<b>Zona Leste</b>	Caguaçu	novembro, 1999
	Limoeiro	fevereiro, 2000
	Aricanduva I	dezembro, 2000
	Aricanduva II	dezembro, 2002
	Aricanduva III	dezembro, 2002
	Aricanduva V	dezembro, 2002
	Rincão	dezembro, 2002
	Inhumas	mês faltante, 2002
	Pedreira/São Mateus	mês faltante, 2003
	Mauá	agosto, 2004
<b>Zona Oeste</b>	Eliseu de Almeida	outubro, 2004
<b>Zona Sul</b>	Jabaquara	abril, 2000
<b>Zona Norte</b>	Bananal	dezembro, 1999
	Rio das Pedras	abril, 2000
	Guaraú	dezembro, 2002
<b>Região Central</b>	Pacaembu	agosto, 1995

Fonte – Site Portal da Prefeitura de São Paulo, acessado em 10 de junho de 2007.

As grandes intervenções listadas no site<sup>16</sup> da prefeitura realizaram-se concomitante ao georreferenciamento dos dados. Muitas dessas intervenções podem ter alterado a espacialização da doença durante os anos, já que as grandes obras muitas vezes acabam por diminuir o número de cheias. Não é objeto do trabalho discutir quanto das transformações espaciais desencadeadas pelo governo interferiram na leptospirose, já que tal estudo exigiria, por si só, outra dissertação. As variáveis envolvidas exigiriam grande exatidão nos fluxos dos rios e afluentes absorvidos por um piscinão específico, além de acompanhar diretamente as ocupações em tais afluentes, sabendo-se que estas ocorrem de maneira rápida e muitas vezes não esperada.

Deste modo opta-se por tratar, neste momento, apenas dos casos de 2006, já que estes persistiram mesmo após realizadas as obras. As 73 residências georreferenciadas são representadas por pixels de 100m<sup>2</sup>. Apesar do programa ser mais utilizado para prever depósitos minerais, sendo os mesmos representados por células com áreas de 1km<sup>2</sup>, há trabalhos que já utilizaram em seus modelos áreas de menor tamanho.

No mapa a seguir, apresentam-se os “*tracking points*” do trabalho, a referência seguida pela ferramenta para atribuir pesos para todos os outros planos de evidência, que só se relacionarão entre si a partir da terceira etapa, quando será gerado o mapa de probabilidade posterior.

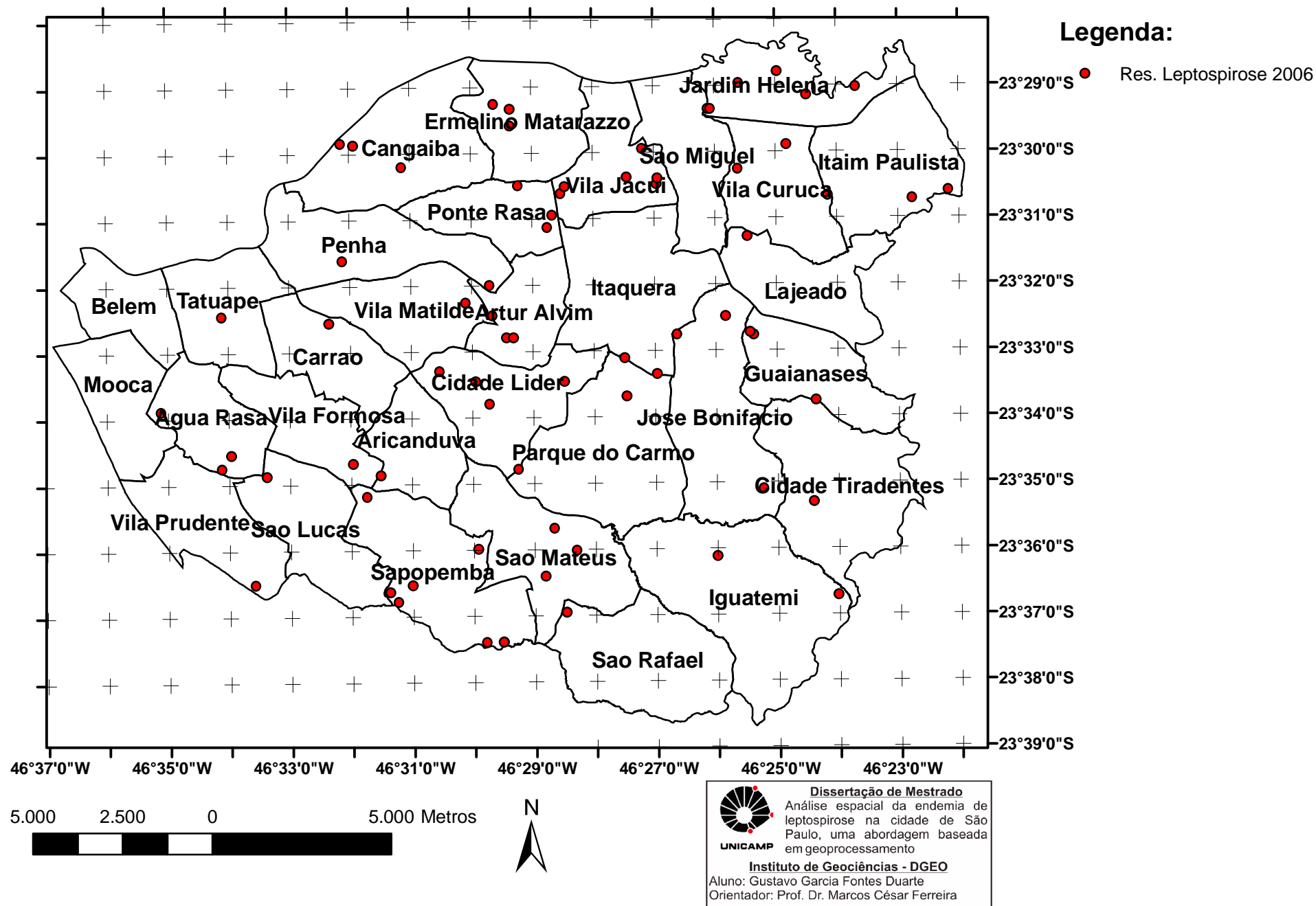
---

<sup>16</sup>

<http://portal.prefeitura.sp.gov.br/secretarias/infraestruturaurbana/piscinoes/0014>

**Figura 7.6:** Mapa das residências onde houve pessoas infectadas.

# Casos de Leptospirose na Zona Leste de São Paulo



## 2(C) – Uso do Solo.

O segundo plano de informação utilizado no modelo foi obtido na EMPLASA (Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano SA). A partir de imagens do sensor IKONOS de 2002 e 2003, a EMPLASA realizou o mapeamento do uso do solo de toda cidade e do alto Tietê que compreende alguns municípios vizinhos, totalizando uma área de 8.200 km<sup>2</sup>. A escala final do mapa é 1:100.000, ou seja, objetos com área inferior a 100 m<sup>2</sup> não foram mapeados dado seu nível de detalhamento.

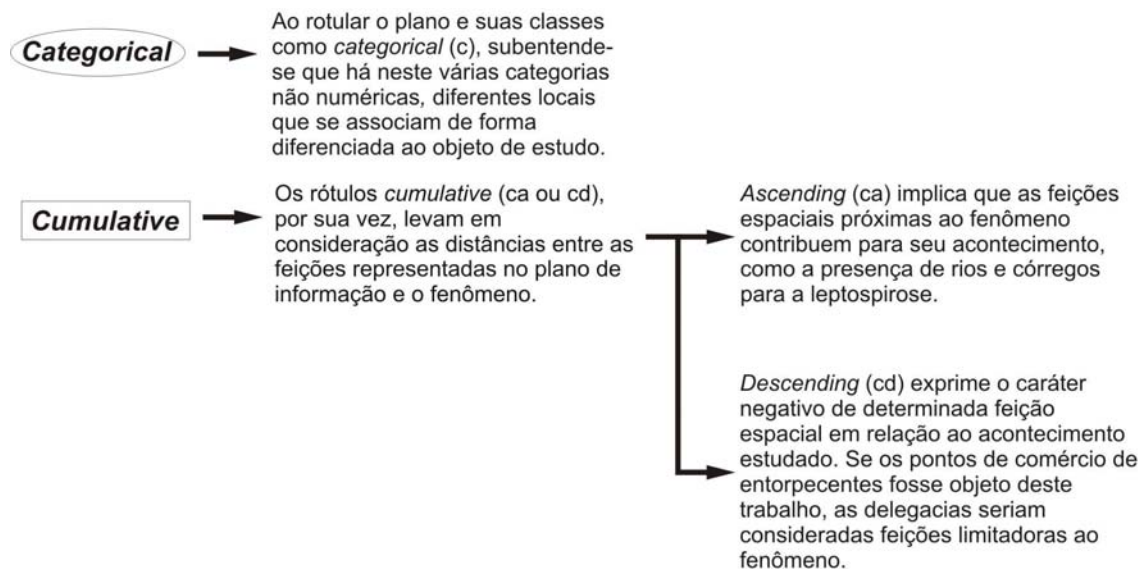
As classes de uso do solo foram divididas nas seguintes categorias: área urbanizada: mata, capoeira, campo, vegetação de várzea, reflorestamento, hortifrutigranjeiro, chácara, favela, urbano, equipamento urbano, indústria, loteamento desocupado, aterro sanitário, lixão, mineração, movimento de terra/solo exposto, reservatório de retenção (piscinões) e rodovia. Tal variedade de tipos foi possível devido à combinação de técnicas de análise de imagens de sensoriamento remoto e informações; estas, advindas de órgãos públicos como secretarias estaduais e prefeituras municipais de acordo com a EMPLASA.

O uso do solo, apesar de ser o segundo layer de informação, é o primeiro layer de evidência. Como já explicitado, no modelo espacial adotado pelo ArcSdm3.1, a primeira camada representa apenas uma localização, enquanto as seguintes são evidências que serão hierarquizadas. Durante a adaptação deste, e dos demais planos, há uma pergunta no programa, em relação ao modo como tais dados serão avaliados em relação ao fenômeno. “*Categorical*”, “*cumulative ascending*” e “*cumulative descending*”<sup>17</sup> são os meios possíveis para se atribuir peso às evidências. Eles diferem entre si devido ao modo de como o plano será considerado como fator condicionante ao fenômeno analisado. A fim de facilitar o entendimento destas opções de análise espacial, faz-se necessária a elaboração do quadro:

---

<sup>17</sup> Os planos de informação receberam um prefixo para melhor identificá-los no trabalho, (C) para planos analisados como *Categoricals*, (ca) para os *cumulative ascending* e (cd) para os *cumulative descending*.



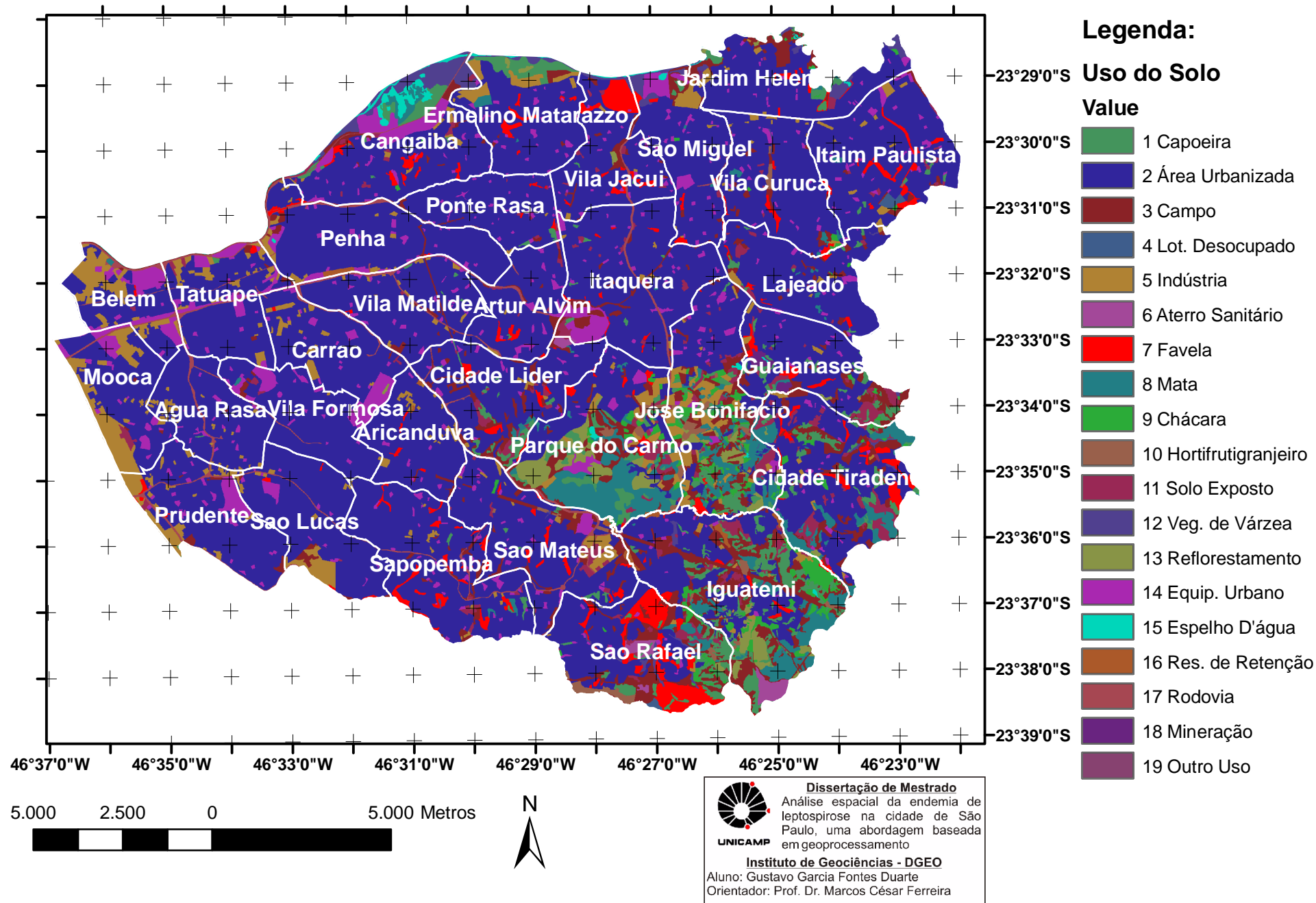


**Figura 7.7** – Quadro explicativo dos modos de análise do software Arcsdm.

Cabe aqui um breve retorno ao método geográfico apresentado anteriormente. De acordo com a história da geografia e, as diferentes propostas de métodos, se lida aqui com uma abordagem corológica e espacial. Ao se analisar um fenômeno através do rótulo *categorical*, tenta-se enumerar quanto e quais classes do plano de informação estão localizadas concomitantemente no sítio onde se dá o fenômeno. Realiza-se através do software e seus algoritmos um estudo de sítio, um levantamento da área. Por sua vez as abordagens *cumulative* dizem respeito ao viés adotado pela escola espacial, já que sem os corolários da corrente de pensamento da distribuição espacial e da degradação areal tal abordagem não seria possível. Logo abaixo pode ser vista a figura que corresponde ao uso do solo na zona leste da cidade de São Paulo.

**Figura 7.8** – Mapa do uso do solo na zona leste de São Paulo.

# Uso do Solo na Zona Leste de São Paulo



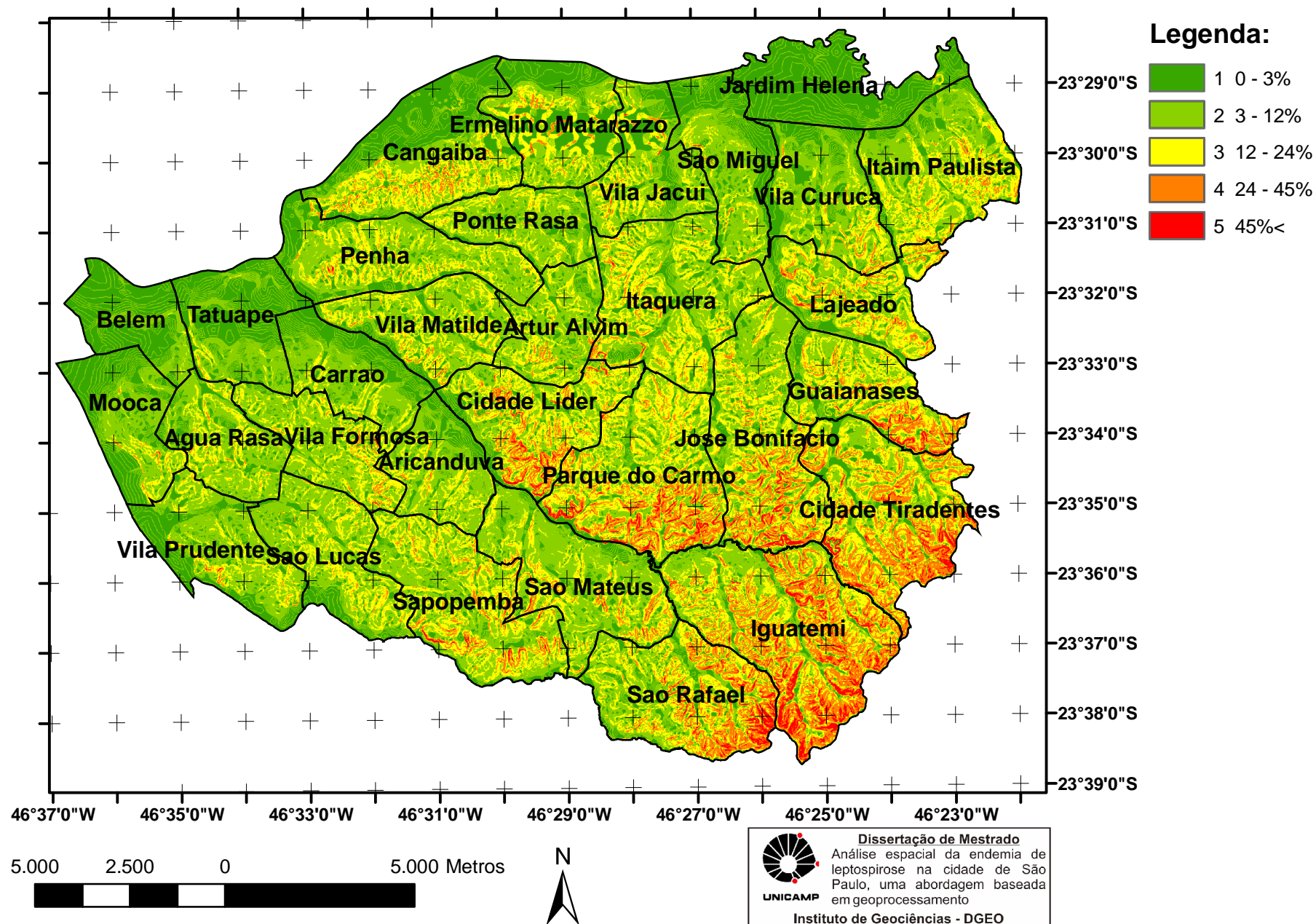
### **3(C) - Declividade.**

O layer correspondente à declividade da área foi confeccionado a partir das curvas de nível fornecidas pela Emplasa. Estas informações sobre o relevo da área são essenciais para o estudo da leptospirose em cidades tropicais do terceiro mundo. Partindo-se das características da endemia, que tem nas enchentes um de seus fatores principais, elaborou-se um mapa que expressa as declividades da área em cinco classes, conforme a figura abaixo:

Este plano também foi analisado seguindo o conceito categórico, ou seja, quantos casos ocorre em cada classe da declividade. Este *layer* acaba por se tornar, conforme será visto mais adiante, muito importante para delimitação das áreas mais suscetíveis à endemia.

**Figura 7.9** – Declividades da zona leste de São Paulo

# Declividades da Zona Leste de São Paulo



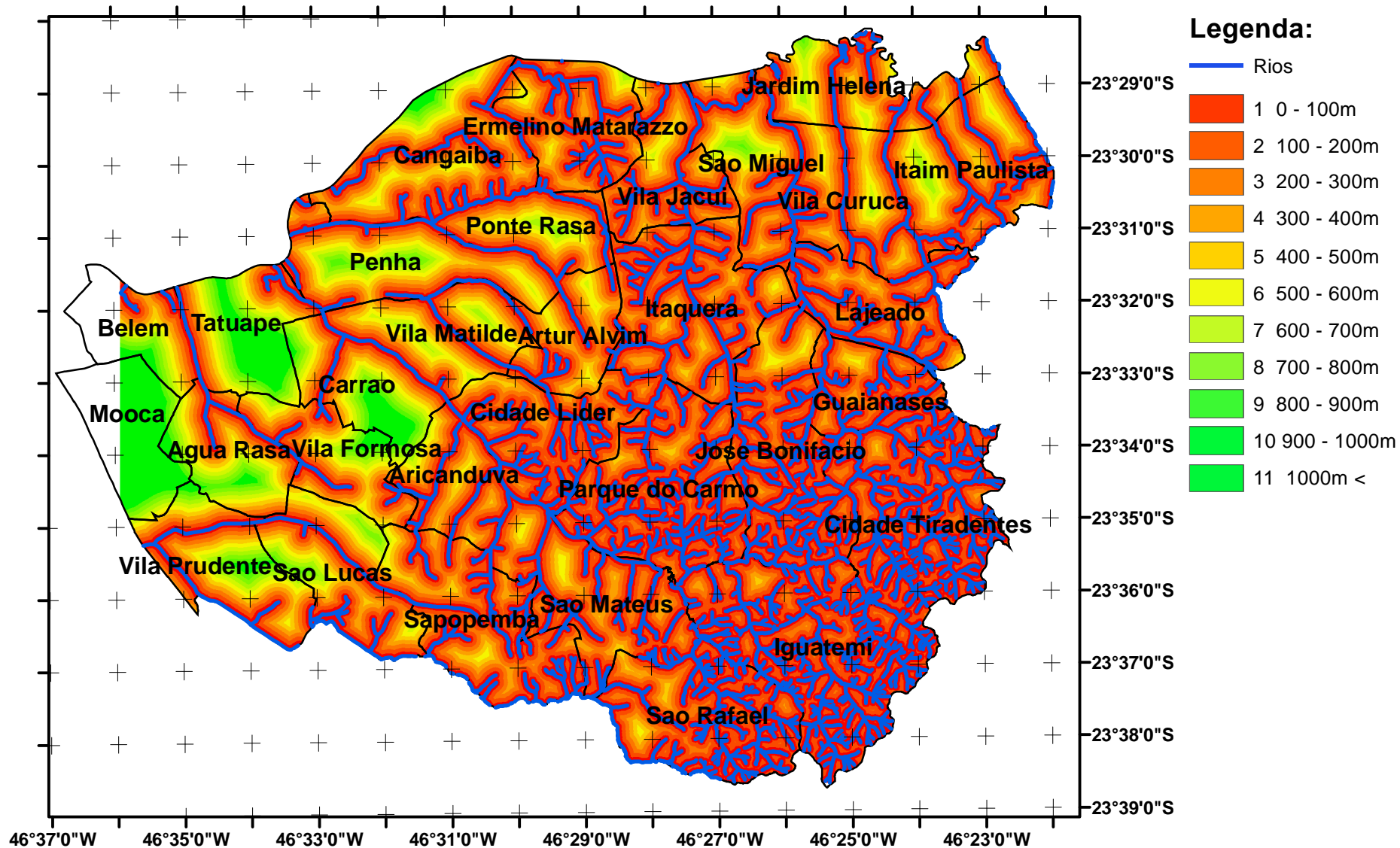
#### **4(ca) – Drenagens**

Os dados adquiridos da Emplasa, além de conter o mapa de uso do solo de São Paulo, vieram acompanhados de outras informações, como por exemplo, a drenagem de toda área. Utilizando todos os corpos hídricos da área foi elaborado um mapa de distâncias de cada rio e córrego. Para tal, utilizou-se a função distance straight line, módulo do spatial analyst, o qual calcula a distância euclidiana a partir de cada feição na área. Para isso, o programa sobrepõe ao mapa dos rios - formado por vetores – uma grade, uma matriz cuja célula pode ter seu tamanho escolhido. Conforme o trabalho, optou-se por pixels de 10 metros, mantendo a coerência em todos os planos de informação (100m<sup>2</sup>). Em seguida o programa calcula as distâncias do “source”, no caso os rios, para todos os pixels da área. Distâncias diagonais são calculadas através de algoritmos cuja recai no cálculo da hipotenusa, que é “implementada” no *software* pro meio de algoritmos mais complexos que aumentam a velocidade do processo. O resultado das distâncias com rios no formato vetorial é apresentado na figura a seguir:

**Figura 7.10** – Rios da zona leste de São Paulo.



# Distâncias dos Rios da Zona Leste de São Paulo



Dissertação de Mestrado  
Análise espacial da endemia de leptospirose na cidade de São Paulo, uma abordagem baseada em geoprocessamento

Instituto de Geociências - DGEQ  
Aluno: Gustavo Garcia Fontes Duarte  
Orientador: Prof. Dr. Marcos César Ferreira

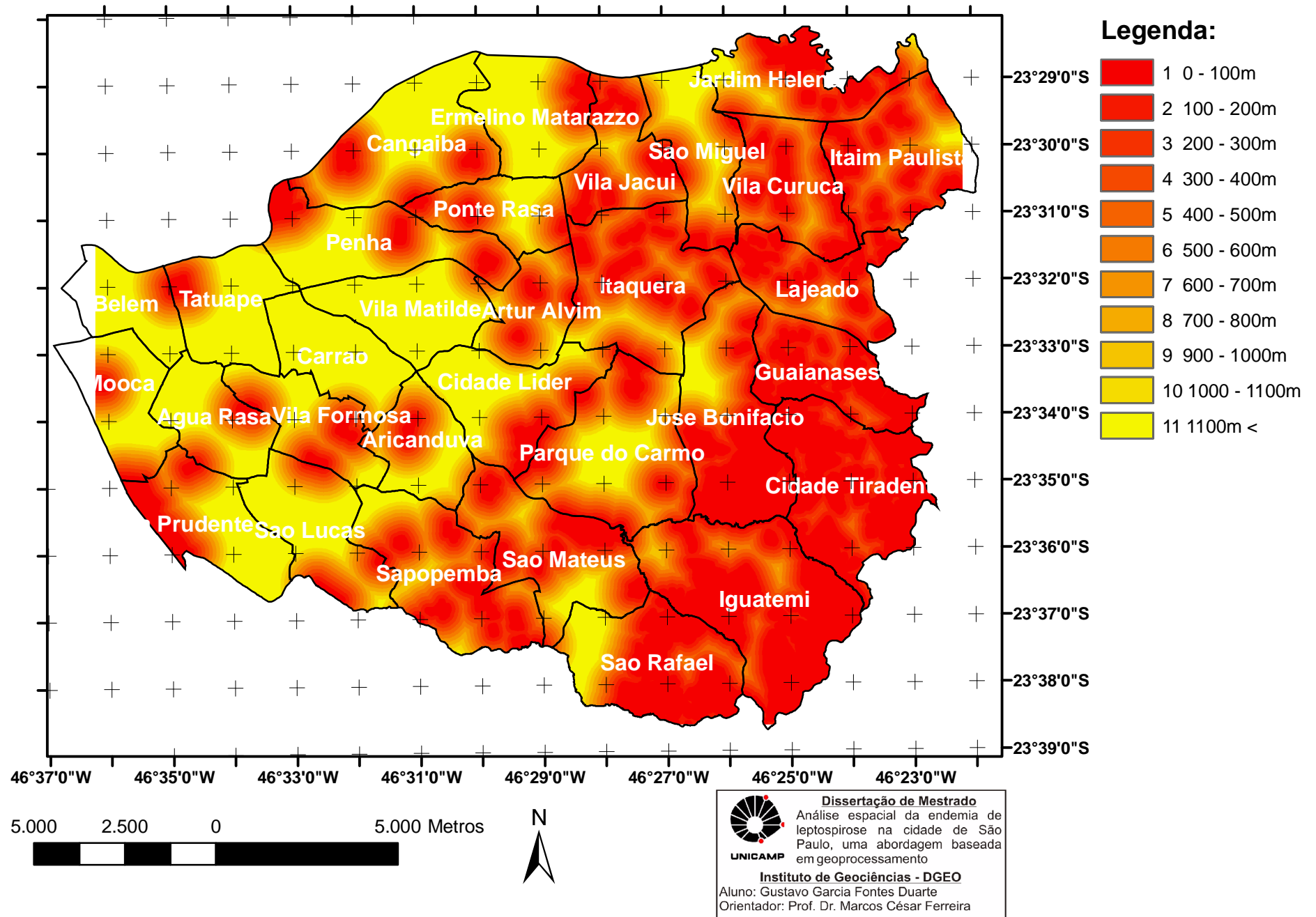
### **5(ca) – Setores Censitários que Depositam Lixo em Terrenos Baldios (V042)**

Como constatado no trabalho de campo realizado, descrito no capítulo 8, as principais áreas endêmicas da cidade de toda a cidade São Paulo tinham como característica comum a presença de lixo em córregos e ruas. Consequentemente, este tipo de informação precisa fazer parte da base componente de análise nesta dissertação, já que é um dos principais condicionantes para infestação da área pelos vetores. Resta então, a obrigação de abstrair tal feição espacial para o ambiente virtual no qual se dá a análise espacial. Neste momento, o censo realizado pelo IBGE em 2000 adquire importância vital, já que o trabalho realizado pelo Instituto - e seu georreferenciamento - permite discriminar quais os setores censitários da zona leste de São Paulo que não possuem uma coleta de lixo apropriada.

Utilizaram-se aqui duas variáveis identificadas em diferentes setores censitários. As variáveis V042 do censo que, diz respeito ao lixo jogado em terrenos baldios, e V043, ao lixo jogado nos rios. No modelo construído optou-se por tratar separadamente a influência de cada tipo de setor censitário. Neste quinto plano de informação analisou-se apenas os setores censitários que possuem residências V042. A abordagem do problema foi pelo viés espacial (*cumulative ascending*), ou seja, quanto mais próximo a este setor que não possui coleta de lixo apropriada, maior a probabilidade de leptospirose.

**Figura 7.11** – Setores com depósito de lixo inadequado, terrenos baldios.

# Dist. dos Setores Censitários V042 que Depositam Lixo em Terrenos Baldios

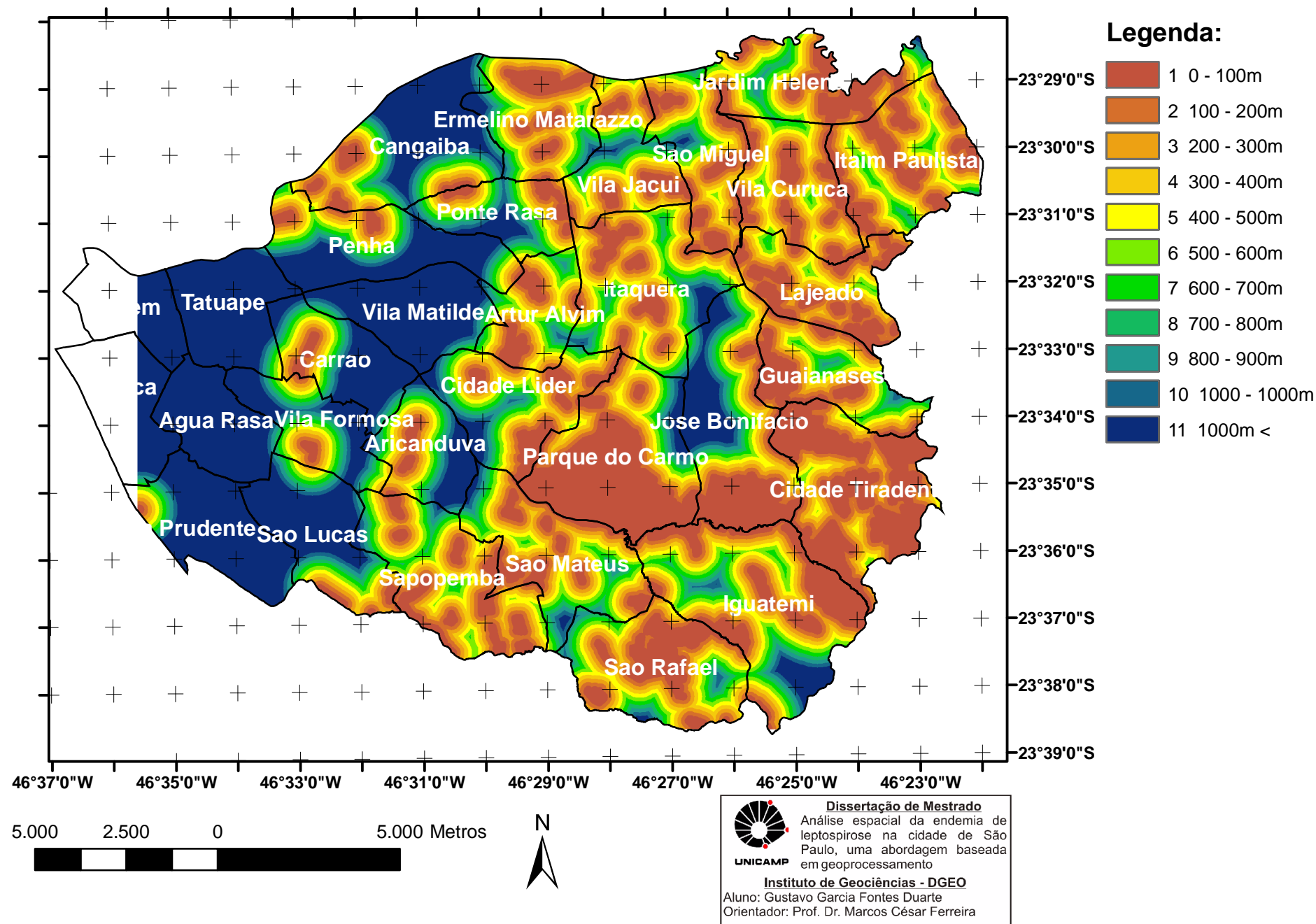


#### **6(ca) – Setores Censitários que Depositam Lixo nos Rios (V043)**

Seguindo a ordem apresentada anteriormente, o último plano de informação também é originado de um setor censitário, mas daqueles que possuem residências que eliminam seu lixo nos rios mais próximos. A lógica adota foi a mesma, *cumulative ascending*, quanto mais próximo de residências que eliminam seu lixo dessa maneira, maior a chance de se contrair a doença.

**Figura 7.12** - Setores com depósito de lixo inadequado, rios.

# Distâncias dos Setores Censitários V043 na Zona Leste de São Paulo



Como já dito, as etapas posteriores já são por si só resultados da análise espacial proposta para as endemias de leptospirose na zona leste de São Paulo. A partir do entendimento e elaboração dos planos de informação, a análise quantitativa fica a cargo da ferramenta escolhida para tal função.

Fica claro neste capítulo o papel fundamental da base teórica da geografia no trato do espaço através dos SIG. Trabalha-se aqui com escolas de pensamento supostamente antagônicas que, conforme o desenrolar da dissertação, apresentam grande completude entre si, preenchendo lacunas faltantes uma na outra e proporcionando a análise de um fenômeno espacial de forma mais completa. A facilidade proporcionada pelo computador para as etapas quantitativas do processo permite que o geógrafo preocupe-se cada vez mais com seu objeto, o espaço geográfico.

Infelizmente, uma informação essencial para o estudo da leptospirose, o índice de infestação predial por ratos, não foi liberado pelo município para este trabalho.



## 8. PADRÃO ESPACIAL DA LEPTOSPIROSE NA ZONA LESTE DE SÃO PAULO

Esta etapa do trabalho apresenta os primeiros resultados alcançados através da aplicação do teorema de Bayes no espaço. Como já discutido, o teorema foi escolhido por possibilitar a identificação dos elementos espaciais da zona leste de São Paulo que apresentam maior correlação espacial com o fenômeno, neste caso, a leptospirose.

No item a seguir, que segue a ordem proposta na figura 7.4 do capítulo anterior, as etapas 2 e 3 são apresentadas no mesmo item. Os itens apresentados seguem a mesma ordem utilizada na etapa 1 mas, obviamente, não há o primeiro plano de informação, já que o mapa das residências infectadas nada mais é que a localização geográfica do fenômeno estudado, apenas suas coordenadas são utilizadas.

A nomenclatura dos planos de informação neste capítulo acompanha suas transformações ao longo do modelo, assim como no fluxograma. Neste momento, ao invés da sigla PI utilizada, opta-se por G, de generalização. As letras entre parênteses ainda possuem o mesmo significado, (C) representando o viés *categorical* de análise e (ca) o *cumulative ascending*, onde ocorre uma degradação areal do fenômeno conforme se aumenta a distância em relação a uma classe.

### 8.1 Atribuição de Pesos e Generalizações dos P. I.

Dada a proposta em se apresentar as etapas seguidas conforme o plano de informação trabalhado, a disposição escolhida foi a seguinte: inicialmente a apresentação da tabela com os valores alcançados e, logo em seguida, apresentar o plano de informações generalizado, ambos os resultados em tópicos divididos pelos planos de informação utilizados no modelo.

As tabelas são fiéis as produzidas pelo software. As únicas alterações feitas foram a supressão de colunas com informações que podem ser descartadas e a tradução de seus títulos. A coluna contraste, advinda da subtração da coluna Prob. Posterior e Prob. Posterior (ausência)<sup>18</sup> é a mais importante, utilizada para a produção dos mapas binários

---

<sup>18 18</sup> Esta informação é adquirida quando se é calculada as probabilidades sem esta classe, conforme demonstrado no capítulo 7.

(generalizados). Os mapas produzidos têm sua legenda reduzida a informações importantes para o fenômeno (*inside*) e descartáveis (*outside*).

## 2G (C) - Uso do Solo Generalizado

Após relacionar os casos de leptospirose com os tipos de uso do solo, o software utilizado gerou a seguinte tabela:

**Tabela 8.1 – Pesos obtidos após análise do PI uso do solo no ArcSdm3.1**

Classe	Pontos	Prob. Posterior	Prob. Posterior (ausência)	Contraste
7	6	1,0619	-0,0578	1,1197
2	61	0,2429	-0,7866	1,0295
1	0	0,0000	0,0000	0,0000
4	0	0,0000	0,0000	0,0000
5	0	0,0000	0,0000	0,0000
6	0	0,0000	0,0000	0,0000
9	0	0,0000	0,0000	0,0000
10	0	0,0000	0,0000	0,0000
12	0	0,0000	0,0000	0,0000
13	0	0,0000	0,0000	0,0000
15	0	0,0000	0,0000	0,0000
16	0	0,0000	0,0000	0,0000
17	0	0,0000	0,0000	0,0000
18	0	0,0000	0,0000	0,0000
19	0	0,0000	0,0000	0,0000
11	1	-0,4028	0,0070	-0,4098
3	2	-0,7833	0,0346	-0,8178
8	1	-0,8474	0,0190	-0,8664
14	1	-1,2600	0,0362	-1,2962

Destaca-se o resultado alcançado pelo programa, apenas as classes 7 (favelas) e 2 (área urbanizada) foram utilizadas na reclassificação do plano de informação. Como visto anteriormente, o contraste é o elemento principal utilizado na generalização do plano. É a partir deste que classes do PI são selecionadas. O contraste é adquirido após a subtração do peso positivo (W+) pelo peso negativo (W-), ou seja, pela possibilidade de numa busca utilizando a classe específica para se achar o fenômeno menos outra busca, desta vez considerando a ausência da classe no espaço.

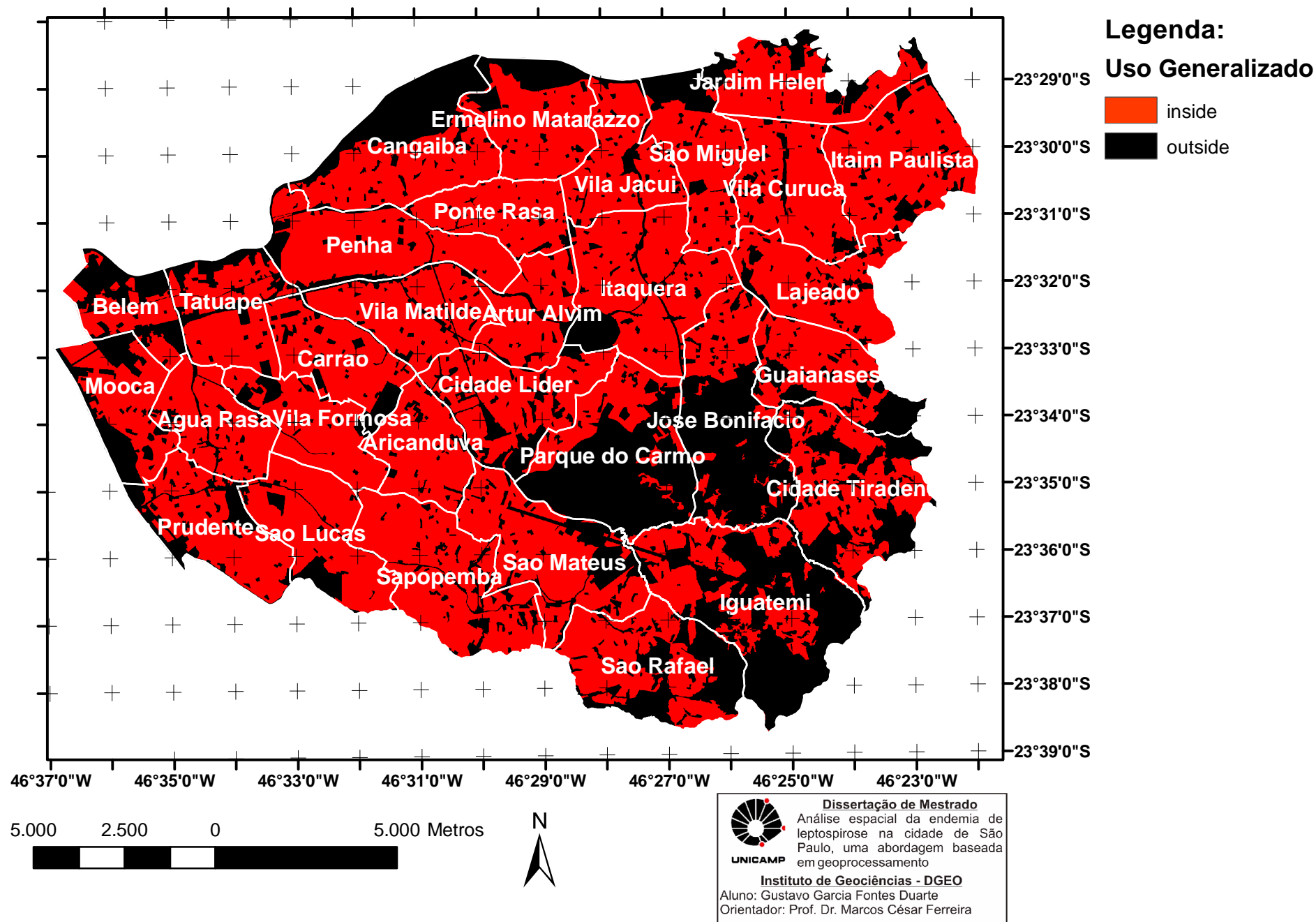
Ao se optar pela abordagem corológica, no software sob o rótulo categorical, restringe-se o resultado apenas aos contrastes positivos, mais significantes ao acontecimento da leptospirose. Isto se dá devido à abordagem escolhida, já que apenas os atributos da área são levados em consideração e não a distância entre os mesmos.

A utilização destes contrastes para a generalização do mapa 2 referente ao uso do solo origina um mapa binário.

O resultado foi uma grande área selecionada como relevante. Tal conclusão em pouco auxilia o modelo, já que julga uma grande área como provável zona de infecção. Isto se dá pelo nível de detalhamento do mapa do uso do solo utilizado, pois este seleciona grande parte da zona leste como área urbanizada sem maiores detalhes, induzindo a análise espacial proposta a grande generalização. Ressalta-se aqui, a confirmação do uso “favela” na espacialização da leptospirose na zona leste. Apesar da pouca área ocupada em relação a “área urbaniza”, a classe 7 apresentou grande correlação espacial com os casos de leptospirose.

**Figura 8.1** – Uso do solo em formato binário.

# Uso do Solo na Zona Leste de São Paulo Generalizado



### 3G(C) – Declividade Generalizado

Ao analisar a tabela dos pesos atribuídos ao plano de informação ligado a declividade vê-se que apenas uma das classes, a que representa a declividade de 0 – 3% apresenta um contraste positivo. Das 72 residências onde havia casos de leptospirose, 26 estavam em áreas muito planas.

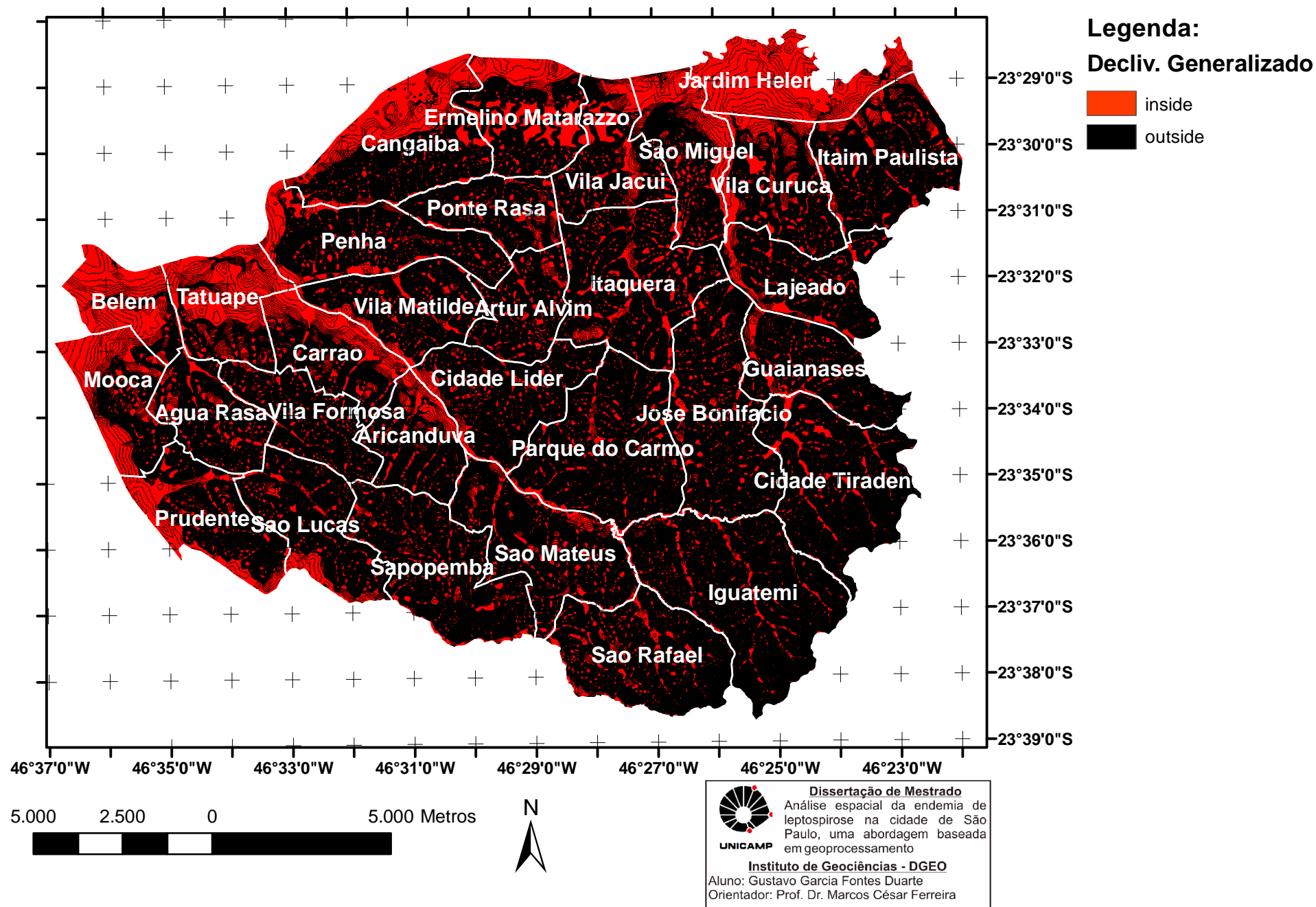
**Tabela 8.2 - Pesos obtidos após análise do PI de declividades no ArcSdm3.1**

Classe	Pontos	Prob. Posterior	Prob. Posterior (ausência)	Contraste
1	26	0,4638	-0,1904	0,6542
-99	0	0,0000	0,0000	0,0000
5	0	0,0000	0,0000	0,0000
4	6	-0,0517	0,0048	-0,0566
3	15	-0,1464	0,0424	-0,1887
2	25	-0,2074	0,1308	-0,3382

A análise do sítio, no caso a zona leste, buscando a correlação espacial entre casos de leptospirose e declividade, corrobora, pelo menos em parte, a idéia sobre contaminação através de enchentes. Ao contrário do plano de informações generalizado apresentado anteriormente, este, advindo das informações da tabela, aponta uma pequena área. Esta exatidão proporcionará maior exatidão na elaboração do mapa de probabilidade final. O mapa seguinte demonstra claramente a área relevante próxima ao rio, consequentemente, sua várzea.

**Figura 8.2** – Declives em formato Binário.

# Declividades da Zona Leste de São Paulo Generalizado





#### 4G(ca) – Distâncias dos corpos hídricos

O layer referente aos rios causadores de enchentes da área é o primeiro a ser tratado de modo diferenciado. Ao contrário dos anteriores, aqui se optou pela abordagem cumulative ascending, ou seja, quanto mais próximo do leito do rio, maior a probabilidade de ocorrência de casos. Partiu-se então do pressuposto que há um rareamento areal dos casos de leptospirose, quanto maior à distância em relação aos corpos hídricos.

A tabela 8.3 apresenta a distância que apresentou o maior contraste. A classe 4, correspondente a 400 metros de distância do rio ou córrego, apresentou a melhor resposta aos pesos calculados. Neste momento a análise escolhida, *ordered cumulative ascending*, seleciona o maior contraste e “retorna” em direção ao fenômeno, portanto apenas o buffer de 400 metros do leito dos rios estudados foi considerado relevante.

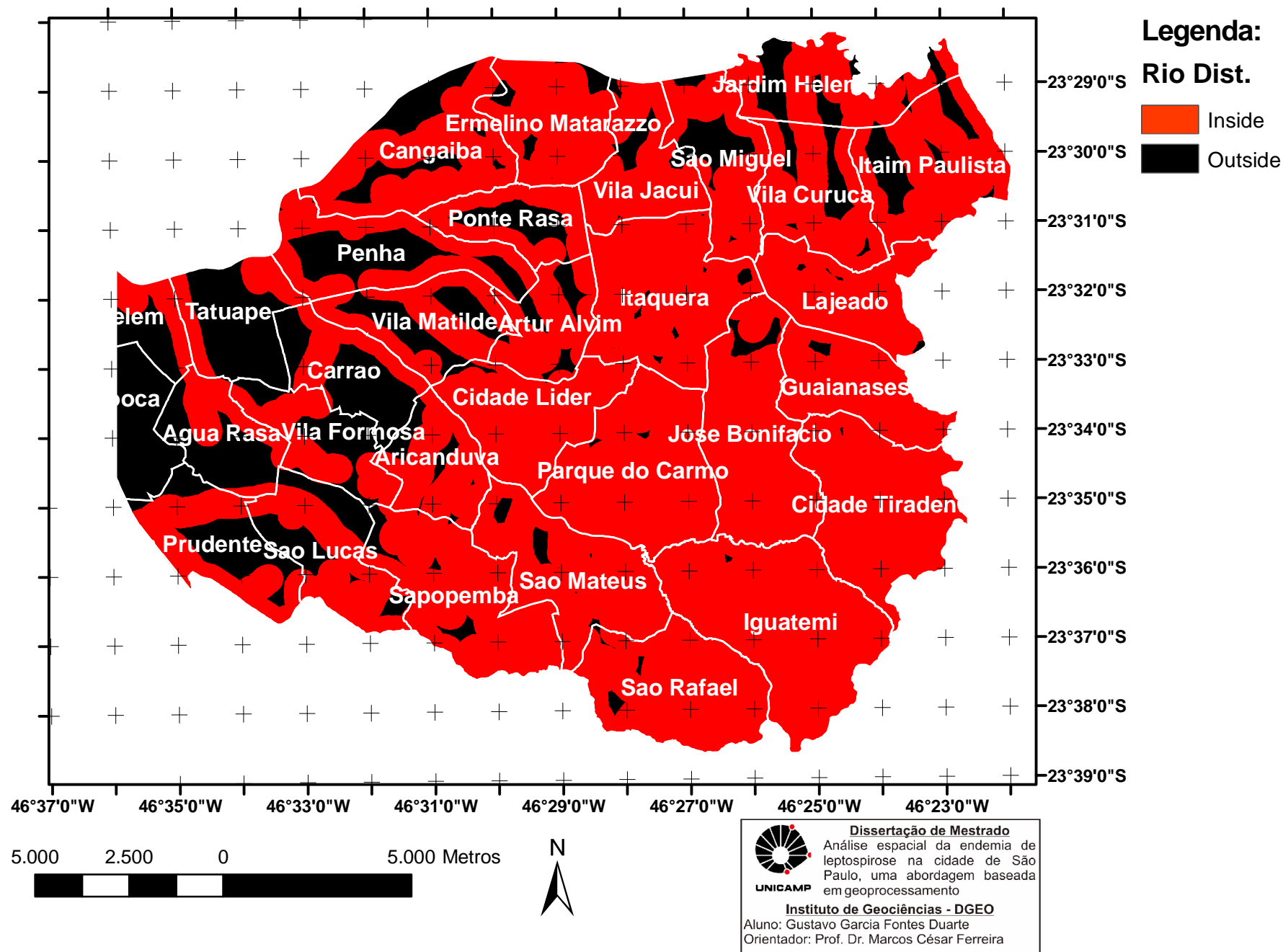
**Tabela 8.3 - Pesos obtidos após análise do PI das distâncias dos corpos hídricos no ArcSdm3.1**

Classe	Pontos	Prob. Posterior	Prob. Posterior (ausência)	Contraste
4	66	0,1239	-0,8250	0,9490
10	71	0,0163	-0,7644	0,7807
5	67	0,0696	-0,6424	0,7120
8	70	0,0253	-0,6286	0,6539
3	59	0,1299	-0,4400	0,5699
6	68	0,0413	-0,5235	0,5648
7	69	0,0295	-0,5126	0,5421
1	33	0,2540	-0,1738	0,4277
9	70	0,0118	-0,3447	0,3566
2	45	0,0716	-0,1090	0,1806
-99	0	0,0000	0,0000	0,0000
11	72	0,0000	0,0000	0,0000

Os resultados apresentam e reforçam a relação entre enchentes e leptospirose. Os números alcançados também explicitam a proximidade ao leito do rio com que ocorre o contágio, não havendo então a necessidade de grandes enchentes para contaminar a população.

**Figura 8.3** – Distâncias dos rios em formato binário.

# Distâncias dos Rios da Zona Leste de São Paulo Generalizado



## 5G(ca) – Setor Censitário Generalizado v042

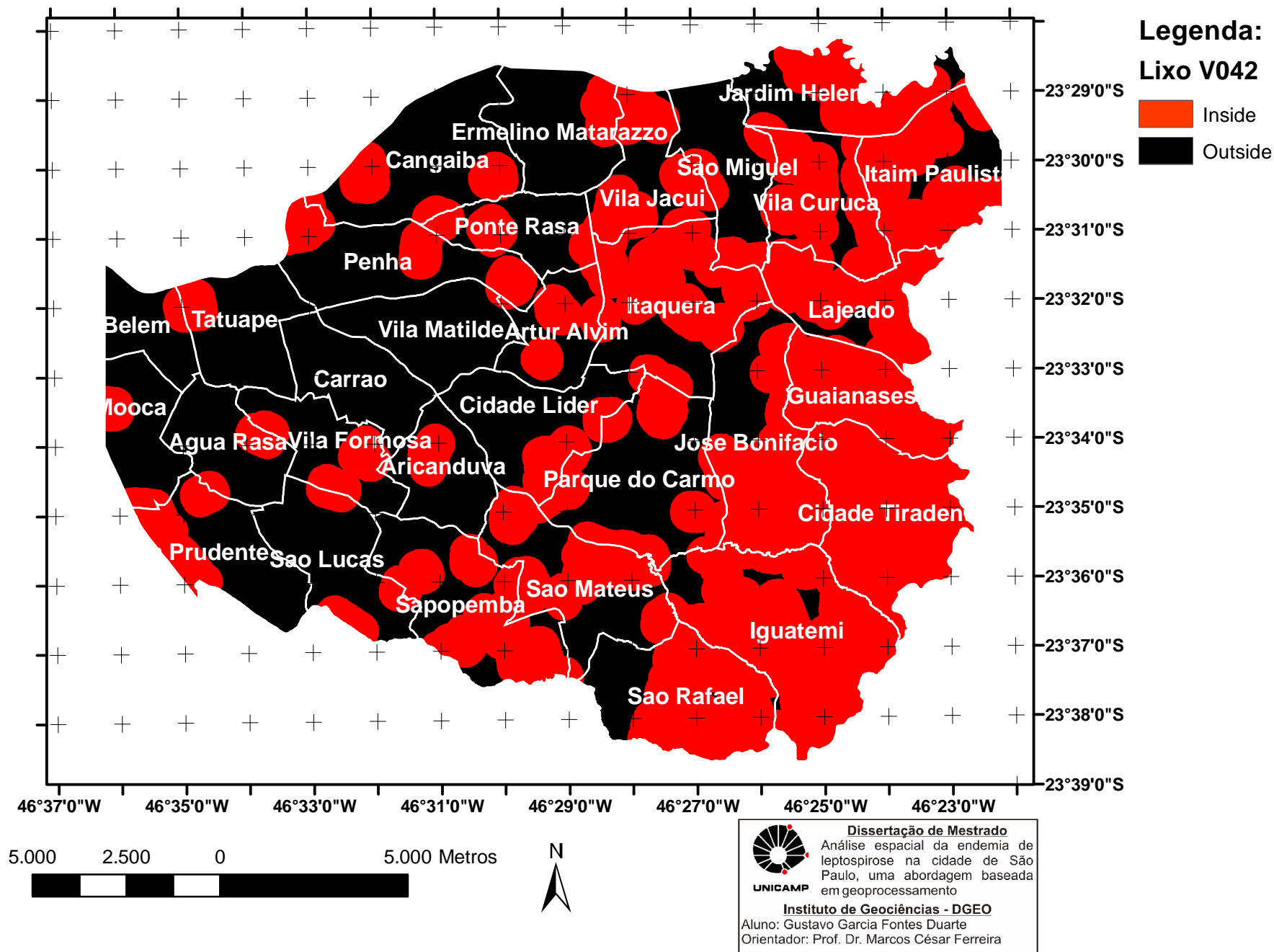
Como já mencionado, esse plano de informação recebe o mesmo tratamento do plano inferior, o *cumulative ascending*. A classe 5 obteve o maior contraste. O resultado faz com que toda área que apresente uma distância inferior a 500 metros seja considerada relevante para o modelo, recebendo o rótulo *inside*.

**Tabela 8.4 - Pesos obtidos após análise do PI das distâncias do setor censitário V042 no ArcSdm3.1**

Classe	Pontos	Prob. Posterior	Prob. Posterior (ausência)	Contraste
5	42	0,0840	-0,1069	0,1909
6	46	0,0632	-0,1029	0,1661
7	49	0,0387	-0,0778	0,1165
8	52	0,0279	-0,0691	0,0971
4	35	0,0409	-0,0372	0,0781
2	23	0,0461	-0,0209	0,0670
-99	0	0,0000	0,0000	0,0000
11	72	0,0000	0,0000	0,0000
10	56	-0,0071	0,0254	-0,0326
9	53	-0,0133	0,0381	-0,0513
3	27	-0,0381	0,0236	-0,0617
1	14	-0,1010	0,0260	-0,1270

**Figura 8.4** – Distâncias relevantes dos setores censitários que depositam lixo em terrenos baldios.

# Gen. dos Setores Censitários (V042) que Depositam Lixo em Terrenos Baldios



## 6G(ca) – Setor Censitário Generalizado v043

O último plano de informação, apesar de também se tratar de um setor censitário analisado pelo viés espacial (*cumulative ascending*) apresentou um resultado menos abrangente. A segunda classe (200m) apresentou o maior contraste.

**Tabela 8.5 - Pesos obtidos após análise do PI das distâncias do setor censitário V043 no ArcSdm3.1**

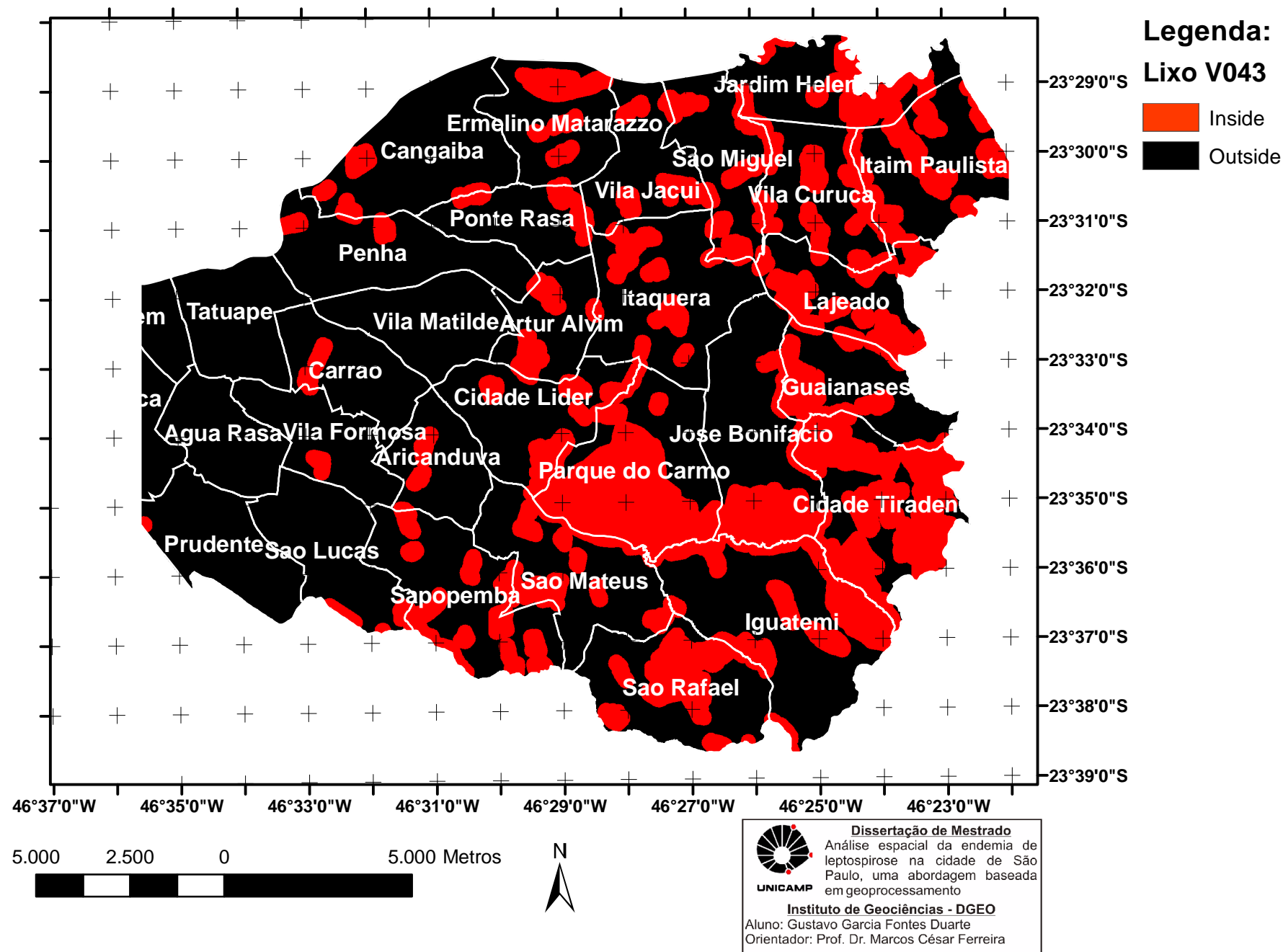
Classe	Pontos	Prob. Posterior	Prob. Posterior (ausência)	Contraste
2	33	0,4299	-0,2590	0,6889
9	62	0,1289	-0,5596	0,6885
1	22	0,4360	-0,1445	0,5805
3	38	0,2844	-0,2443	0,5287
10	62	0,0919	-0,4345	0,5264
7	56	0,1315	-0,3586	0,4902
8	58	0,1085	-0,3549	0,4634
6	51	0,1158	-0,2355	0,3513
4	41	0,1534	-0,1724	0,3258
5	45	0,0966	-0,1427	0,2393
-99	0	0,0000	0,0000	0,0000
11	72	0,0000	0,0000	0,0000

Resultado de menor abrangência contribui para uma delimitação mais específica de áreas propícias à leptospirose. A diminuta área pode ser constatada no mapa a seguir.

**Figura 8.5** - Distâncias relevantes dos setores censitários que depositam lixo nos rios.



# Gen. dos Setores Censitários (V043) que Depositam Lixo nos Rios



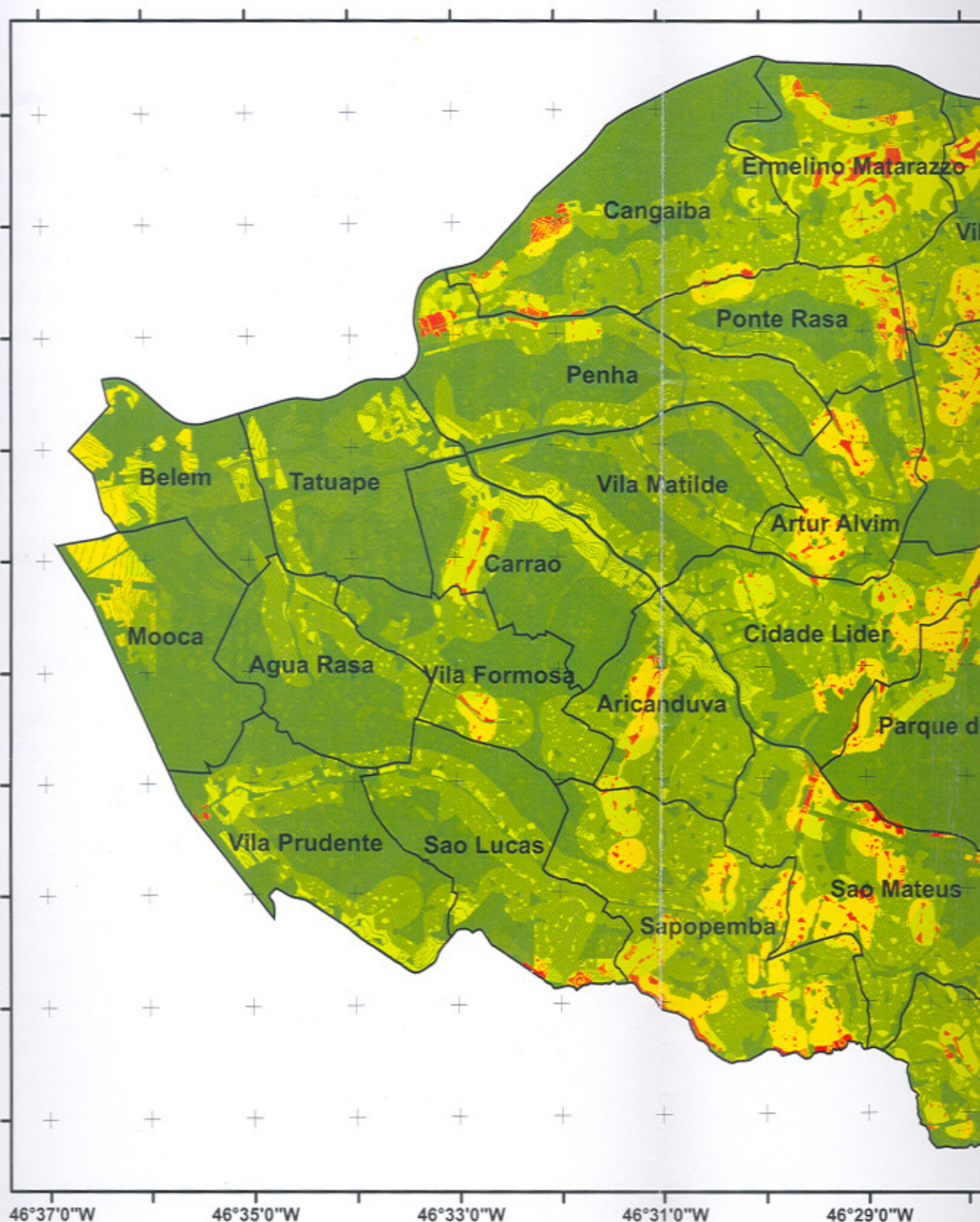
## 8.2 Mapa de Probabilidade Final

A etapa 4 consistiu na associação espacial entre todos os planos generalizados demonstrados acima. A sobreposição das áreas relevantes resulta num mapa que aponta as áreas da zona leste de São Paulo mais propícias à leptospirose. O mapa confeccionado através da ferramenta Wofe (*weight of evidence*) do software ArcSdm3.1. apresenta áreas vermelhas; áreas que apresentaram maior probabilidade na ocorrência de leptospirose.

A probabilidade primária de se encontrar uma residência onde haja pelo menos uma pessoa infectada é de 0,00008. Antes da adição dos planos de informação julgados pertinentes ao fenômeno endêmico, 0,00002 era a chance de se selecionar de modo randômico um caso da doença. Após a análise espacial proposta através dos pesos de evidência obteve-se, além de uma maior chance para de se encontrar residências cujos moradores podem ser mais facilmente infectados pela leptospirose, uma delimitação de áreas mais suscetíveis à doença, explicitando assim áreas onde a intervenção municipal é mais urgente.

**Figura 8.6** – Mapa de probabilidade posteriori.

# Áreas Mais Propícias à Leptospirose na



46°37'0\"/>

46°35'0\"/>

46°33'0\"/>

46°31'0\"/>

46°29'0\"/>



3.500

1.750

0

3.500 Metros



Dissertação de Mestrado  
Análise espacial da endemia de  
leptospirose na cidade de São  
Paulo, uma abordagem baseada  
em geoprocessamento

Instituto de Geociências - DGE0

Aluno: Gustavo Garcia Fontes Duarte

Orientador: Prof. Dr. Marcos César Ferreira

Legenda:

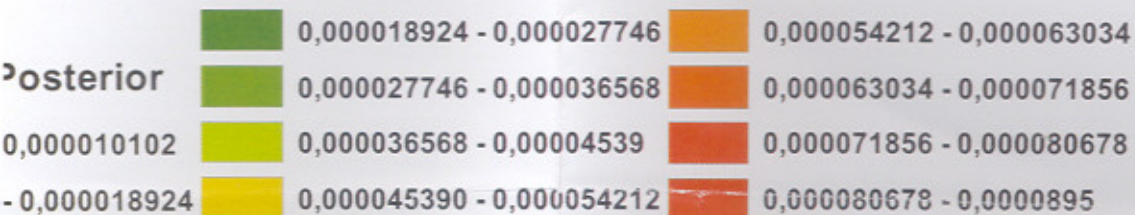
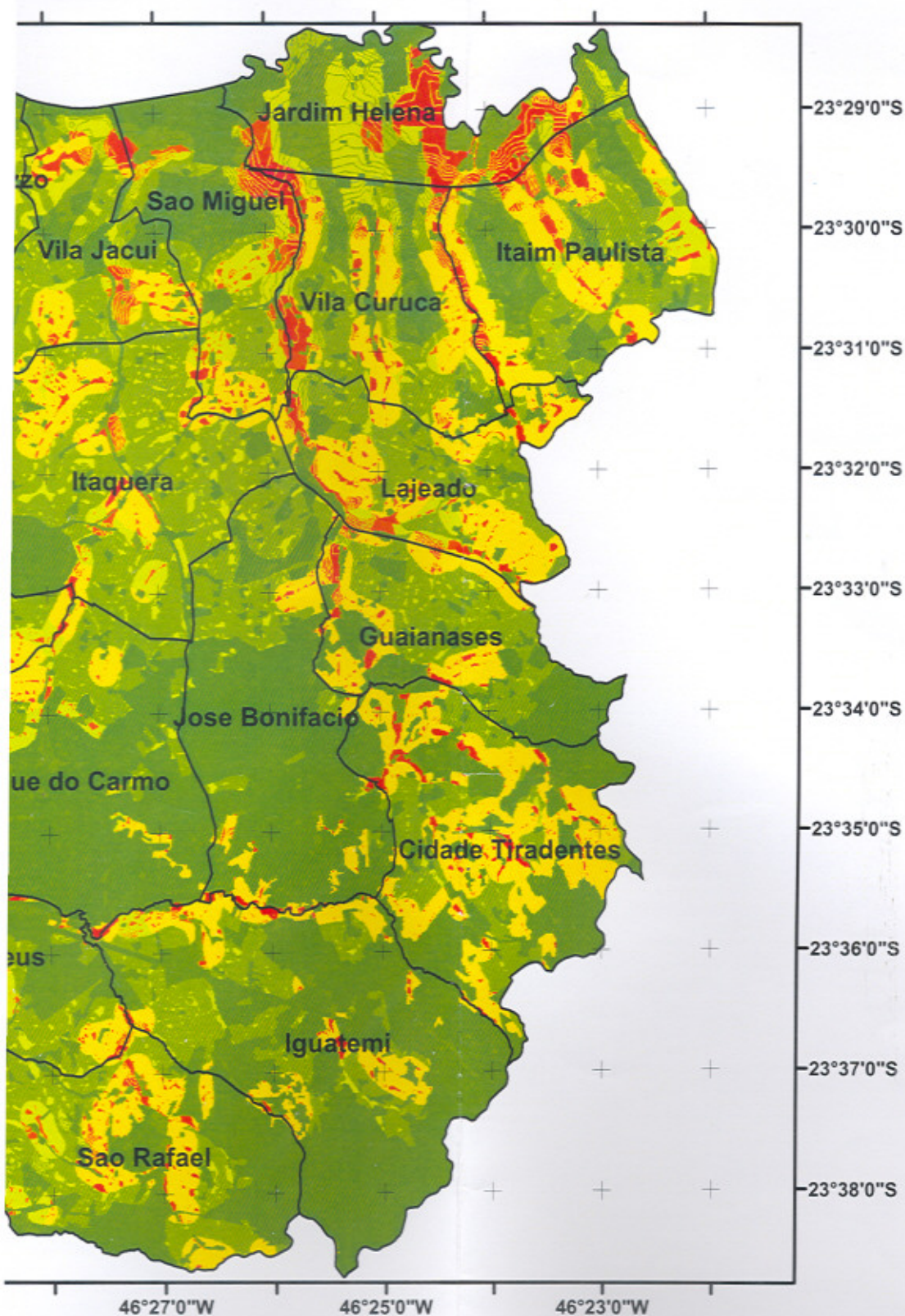
Probabilidade Post

0,00000128 - 0,000

0,000010102 - 0,000



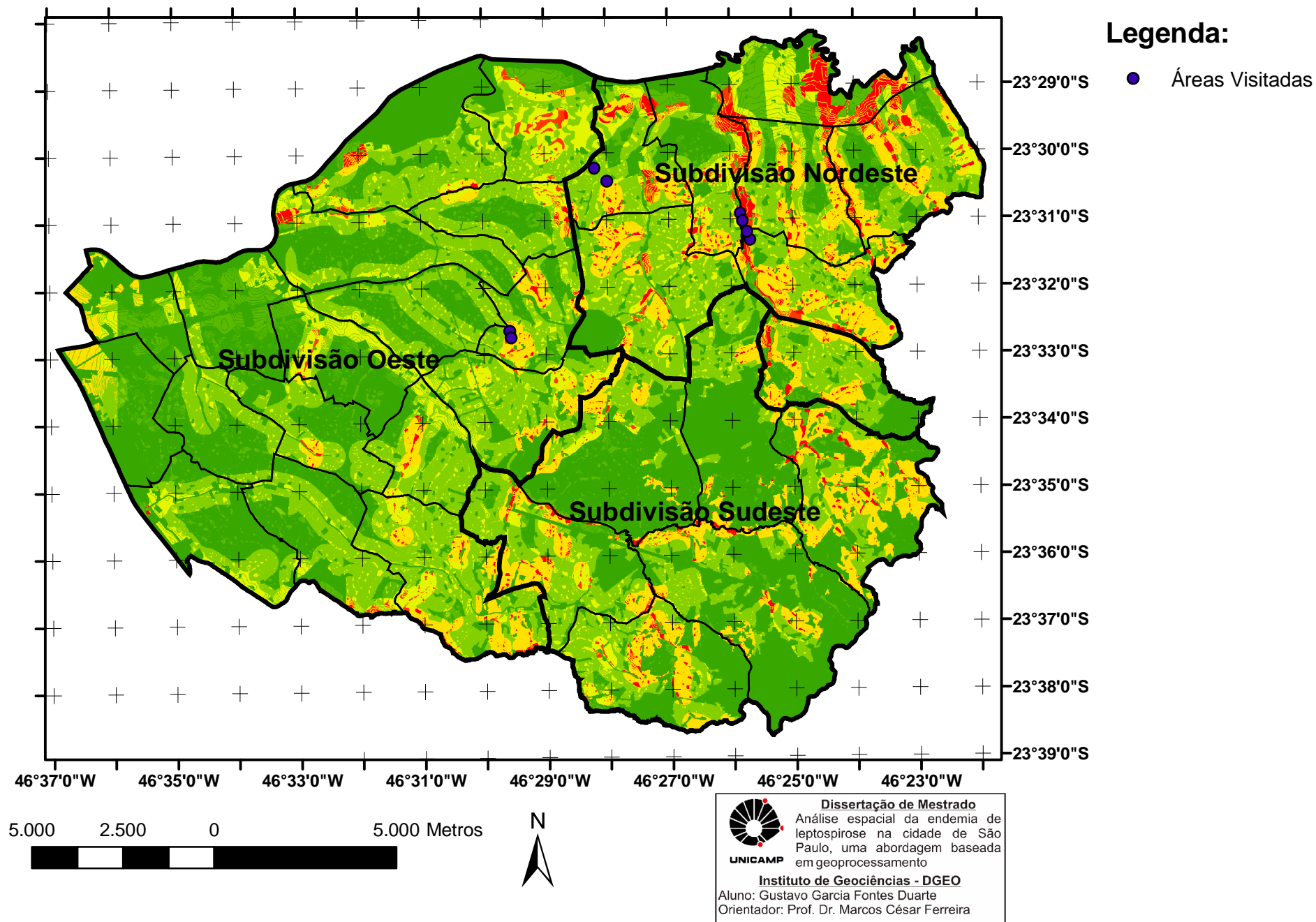
# na Zona Leste de São Paulo



Uma análise mais profícua deste resultado final pode ser feita com uma nova subdivisão no interior da zona leste de São Paulo. Adota-se aqui a delimitação de três novas áreas: a subdivisão oeste, mais próxima ao centro da cidade, formada pelos distritos da Mooca, Belém, Tatuapé, Água Rasa, Vila Prudente, São Lucas, Vila Formosa, Carrão, Vila Matilde, Penha, Cangaíba, Ermelino Matarazzo, Ponte Rasa, Artur Alvin, Cidade Líder, Aricanduva e Sapopemba. A subdivisão sudeste, que corresponde ao Parque do Carmo, José Bonifácio, Guainases, Cidade Tiradentes, Iguatemi, São Rafael e São Mateus. E a última subdivisão nordeste é composta por Vila Jacuí, Itaquera, São Miguel, Jardim Helena, Vila Curuca, Itaim Paulista, Lajeado e Guaianases. A proposta pode ser visualizada no mapa a seguir, que também apresenta os pontos visitados juntamente com a COVISA no trabalho de campo na zona leste.

**Figura 8.7** – Subdivisões da zona leste

# Subdivisões e Áreas Visitadas com a COVISA na Zona Leste





A subdivisão oeste apresenta apenas áreas pontuais de possíveis endemias de leptospirose. Por se tratar da área mais próxima ao centro da cidade, as intervenções espaciais para ocupação se deram de maneira mais organizada, dificultando assim a reunião dos condicionantes endêmicos.

A segunda subdivisão, correspondente aos distritos localizados à sudeste, apresenta a reunião de alguns dos principais condicionantes identificados, a presença de favelas e de rios. Ao se recorrer ao mapa de uso do solo e dos rios da zona leste, apresentados no capítulo 7, nota-se que o Bairro de São Rafael e Cidade Tiradentes apresentam uma grande quantidade de favelas e rios. Apesar da reunião destas duas feições espaciais a área apresenta poucos pontos propícios ao surgimento da endemia. Tal fenômeno ocorre devido ao relevo da área. A declividade, que pode ser constatada novamente no capítulo 7, apresenta valores altos na área, o que acusa um relevo acentuado em boa parte do distrito. Os declives nestas áreas dificultam as enchentes, diminuindo assim a probabilidade de contato entre pessoas e água contaminada.

A área correspondente à subdivisão nordeste apresenta a maior quantidade áreas propícias à leptospirose. Apesar de ser dotada de uma menor área ocupada por favelas e rios, o relevo desta área é plano. Os distritos pertencentes a esta área, principalmente o distrito Jardim Helena, apresentam declividades muito baixas que explicitam a suavidade desse relevo. A ocupação desordenada desta área, acrescida dos rios presentes, torna tais distritos muito propícios ao surgimento de novas áreas endêmicas da leptospirose no município de São Paulo.

Ao se comparar o prognóstico apresentado no mapa com os pontos visitados no campo, constata-se algumas diferenças. Os pontos escolhidos para visita, como já demonstrados anteriormente, são produtos de mapas de densidade de *kernel* que utilizaram casos de leptospirose ocorridos em diferentes anos, portando são áreas prioritárias para o poder municipal. Através de uma comparação vê-se que a área do distrito Vila Jacuí, para o mapa aqui confeccionado, não desempenha papel fundamental na endemia de leptospirose atual. Já no distrito Artur Alvin, os pontos visitados coincidem com as altas probabilidades de endemia de leptospirose apresentadas no mapa.

A maior discrepância entre os pontos críticos fornecidos pela COVISA e as áreas aqui identificadas ocorrem nos distritos São Miguel, Jardim Helena, Vila Curuca e Itaim Paulista. Quatro pontos foram visitados, mas apenas nos limites entre São Miguel Vila Curuca e Lajeado. Os resultados aqui alcançados apontam importantes zonas propícias à endemias de leptospirose mais ao norte desta área. O distrito de Jardim Helena se destaca por concentrar três grandes áreas de risco, sendo a primeira no seu limite com São Miguel, a segunda no interior do próprio distrito e a terceira na zona limítrofe com Itaim Paulista.

## CONCLUSÕES

A análise espacial escolhida para se abordar o problema da leptospirose mostrou-se pertinente às informações almejadas. A abordagem das endemias e de seus fatores condicionantes, através do viés oferecido pelos pesos de evidência respondeu, espacialmente, a questões importantes sobre a doença na zona leste de São Paulo.

O SIG, hoje quase que totalmente ligado ao meio computacional, tornou possível a análise proposta num curto período de tempo, poupando um árduo trabalho matemático e geométrico, que se fosse realizado sem os softwares, se tornaria anacrônico antes mesmo de sua completude.

A abordagem geográfica das endemias confirmou aspectos da leptospirose que são comuns em países tropicais do terceiro mundo onde a doença se manifesta. Nos planos de informação referentes ao Uso do Solo e aos Setores Censitários e V043, concluiu-se que as áreas ocupadas por favelas e próximas ao lixo jogado em terreno baldio ou nos rios, apresentam um grande suscetibilidade na ocorrência de endemias. Os planos de informação que se referem à Declividade e as Drenagens enumeraram, através da hierarquização de suas classes constituintes, que áreas mais planas e próximas a corpos hídricos, possuem maior risco de apresentar casos da doença. A zona leste de São Paulo apresentou como áreas de maior risco de leptospirose a sua porção nordeste, formada pelos bairros Vila Jacuí, São Miguel, Vila Curuca, Itaim Paulista, Lajeado e, principalmente, Jardim Helena. Apesar da grande área citada é possível, através do mapa produzido, obter através das coordenadas geográficas das áreas suscetíveis à endemia.

Com os resultados adquiridos se espera contribuir para um maior controle das endemias de leptospirose em São Paulo, principalmente na zona leste da cidade onde o modelo foi aplicado. Acredita-se que, após enumerar os pontos críticos desta parte da cidade, seja possível uma maior concentração de recursos humanos e financeiros, tornando mais profícua a atuação dos órgãos governamentais no combate à leptospirose.

Destaca-se no término desta dissertação que o modelo construído em ambiente SIG se limitou à zona leste da cidade de São Paulo. Apesar das informações adquiridas e das similitudes entre as áreas endêmicas na cidade a aplicação deste modelo passa,

necessariamente, por um estudo prévio que o adapte a uma nova realidade, um novo espaço geográfico complexo e em constante mudança.

## BIBLIOGRAFIA

- AB'SÁBER, A. N. - **São Paulo: Ensaios Entreveros**. São Paulo: Edusp. 2004. 518 p.
- AB'SÁBER, A. N. - **Geomorfologia do Sítio Urbano de São Paulo**. Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1957. 343 p.
- ALBERTI, L., M. D. - **Bayes' rule and GIS for evaluating sensitivity of groundwater to contamination**. International Association Mathematical Geologists. Cancun, Mexico 2001.
- BARCELLOS, C. - **Elos entre geografia e epidemiologia**. Caderno de Saúde Pública Rio de Janeiro. 16: 595-617 p. 2000.
- BARCELLOS, C., C. B. LAMMERHIRT, et al -. **Distribuição espacial da leptospirose no Rio Grande do Sul, Brasil: recuperando a ecologia dos estudos ecológicos**. Caderno de Saúde Pública. 19: 1283-1292 p. 2003.
- BARCELLOS, C. e P. C. SABROZA - **The place behind the case: leptospirosis risks and associated environmental conditions in a flood related outbreak in Rio de Janeiro**. Caderno de Saúde Pública Rio de Janeiro. 17: 59-67 p. 2001.
- BERRY, B. J. L - **Approaches to Regional Analysis: A Synthesis**. Annals of the Association of the American Geographers, v.54, p.2-11. 1964.
- BOHAM - CARTER, G. F - **Geographic Information Systems For Geoscientists**. New York: Pergamon. 1994. 398 p.
- CACHAY E. R. & VINETZ J. M. – **A Global Research Agenda for Leptospirosis**. Postgrad Med September 2005, Vol 51, issue 3.
- CHRISTOFOLETTI, A. - **As Características da Nova Geografia**. Geografia, v.1, n.1, p.3-33. 1976.
- COFFEY, W. J. - **Geography: Towards a General Spatial Systems Approach**. New York: Methuen & Co. 1981. 270 p.
- COSTA, E., Y. A. COSTA, et al - **Formas graves de leptospirose: aspectos clínicos, demográficos e ambientais**. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, v.34, mai-jun, p.261-267. 2001.
- FERREIRA, M. C. - **Procedimento Metodológico Para Modelagem Cartográfica e Análise Regional de Epidemias de Dengue em Sistemas de Informação Geográfica**. Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003. 226 p.

FIGUEIREDO, C. M. D., A. C. MOURÃO, et al - **Leptospirose humana no município de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil: uma abordagem geográfica**. Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical. 34: 331-338 p. 2001.

**Guia de Vigilância Epidemiológica**. D. D. V. Epidemiológica: Ministério da Saúde: 806 p. 2005.

HAGGETT, P., A. D. Cliff, *et al* - **Locational Analysis in Human Geography**. London: Edward Arnold, v.1. 1977. 605 p.

HARTSHORNE, R. - **Propósitos e natureza da geografia**: Hucitec Ed. da Universidade de São Paulo. 1978. 203 p.

KOHN, C. F. - **The 1960's: A Decade of Progress Geographical Research and Instruction**. Annals of the Association of the American Geographers, v.60, n.2, p.211-219. 1970.

LEVETT, P. N. – **Leptospirosis, Clinical Microbiology Reviews**, Apr. 2001, p.296-326.

LOMBARDO, M. A. - **Ilha de calor nas metrópoles**. São Paulo: Hucitec, 1985. 244p.

MAGUIRE, D. J., M. F. Goodchild, et al - **An overview and definitons of GIS**. Geographical Information Systems: Principles and applications. london: Longman, v.1. 1991. 9-20 p.

**Manual de Controle de Roedores**. F. N. D. Saúde: Acessoria de Comunicação e Educação em Saúde: 132 p. 2002.

MARTIN, G. J. - **In Memoriam Richard Hartshorne**, 1899-1992. Annals of the Association of the American Geographers, v.3, n.84, p.480-492. 1994.

McLEOD, K. S. - **Our Sense of Snow: the myth of John Snow in medical geography**. Social Science & Medicine, v.50, p.923-935. 2000.

MENSING, S. A., R. G. ELSTON, et al. - **A Gis Model To Predict The Location Of Fossil Packrat (neotoma) Middens In Central Nevada**. Western North American Naturalist. 2: 111-120 p. 2000.

MONBEIG, P. - **Pioneiros e fazendeiros de São Paulo**. São Paulo: Hucitec 1984.

MORAES NETO, O. L. de – **Padrão espacial da mortalidade infantil nas coortes de nascidos vivos em Goiânia** – Go, 1992 – 1996. Tese de Doutorado em Saúde Coletiva, Universidade Estadual de Campinas, 2002.

MYERS, P. e D. ARMITAGE. - **Rattus Norvegicus** 2004.

**NATIONAL CENTER FOR INFECTIOUS DISEASE**, disponível em: <http://www.cdc.gov/ncidod/> Acessado em 10 de junho de 2007.

PAPPACHAN, M. J., M. SCHEELA, et al. - **Relation of rainfall pattern and epidemic leptospirosis in de Indian state of Kerala. Journal of Epidemiology and Community Health**, n.58, p.1054-1055. 2004.

PAULA, E. V. D. - **Leptospirose Humana: uma análise climato-geográfica de sua manifestação no Brasil, Paraná e Curitiba**. XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Goiânia: INPE, 2005. 2301-2308 p.

PEREIRA, M. M., M. G. S. MATSUO - **A Clonal Subpopulation of leptospira interrogans Ssensu Stricto Is the Major Cause of Leptospirosis Outbreaks in Brazil. Journal of Clinical Microbiology**, Jan, p.450-452. 2000.

RAINES, G. L., G. F. BONHAM CARTER, et al - **Predictive Probabilistic Modeling. ArcUser**: 45-49 p. 2000.

ROMERO, E. C., C. C. D. M. BERNARDO, et al - **Human Leptospirosis: A Twenty-nine year serological study in São Paulo, Brazil. Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**. 45(5): 245-248 p. 2003.

ROSS, J. L. S. **Geografia do Brasil**. São Paulo: Edusp, 1996.

ROSS, J.L.S. & MOROZ, I.C. **Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: Laboratório de Geomorfologia Depto de Geografia FFLCH-USP/Laboratório de Cartografia Geotécnica - Geologia Aplicada - IPT/FAPESP, 1997. 63p.

SACK, R. D. - **Chorology and Spatial Analisis. Annals of the Association of the American Geographers**, v.64, n.3, p.439-452. 1974.

SAKATA, E. E., P. H. YASUDA, et al - **Sorovares de Leptospira Interrogans Isolados de Casos de Leptospirose Humana em São Paulo, Brasil. Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo**. 34(3): 217-221 p. 1992.

SCHAEFER, F. K. - **Exceptionalism in Geography: A Methodological Examination. Annals of the Association of the American Geographers**, v.43, n.3, p.226-249. 1953.

SILVA, A. B. - **Sistemas de Informações Geo-referenciadas: Conceitos e Fundamentos**. 1 ed. Campinas: Unicamp, 2003. V. 1 235p.

SILVA, A. M. B. D. - **A Contemporaneidade de São Paulo, Globalização, produção de informações e novo uso do território brasileiro**. Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001. 284 p.

SMALLMAN-RAYNOR; M. e A. D. CLIFF - **Epidemic Diffusion Processes in a System of U.S. Military Camps: Transfer Diffusion and the Spread of Typhoid Fever in the Spanish-American War, 1898.** Annals of the Association of the American Geographers, v.91, n.1, p.71-91. 2001.

SOUZA, D. D. - **Estudo da Infecção da Leptospirose Humana em Coabitantes de Casos Ocorridos no Vale do Rio Aricanduva,** Município de São Paulo, 1983. Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1985. 93 p.

TASSINARI, W. D. S., D. D. V. P. PELLEGRINI, et al - **Distribuição espacial da leptospirose no Município do Rio de Janeiro, Brasil, ao longo dos anos de 1996-1999.** Caderno de Saúde Pública Rio de Janeiro. 20: 1721-1729 p. 2004.

TEIXEIRA, W.; TOLEDO, M. C. M. de; FAIRCHILD, T. R.; TAIOLI, F. - **Decifrando a Terra.** São Paulo: Oficina de textos, 2000. Reimpressão, 2001.

TERPSTRA, W. J. – **Historical Perspectives in leptospirosis.** Indian Journal of Medical Microbiology, vol. 24, n° 4.

TIMM, R. M. - **Norway Rats.** U. O. California: Hopland Research and Extension Center: 105-120 p. 1994.



## ANEXOS

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL MINISTÉRIO DA SAÚDE ESTADO DE SÃO PAULO SECRETARIA DE ESTADO DA SAÚDE		SINAN SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE AGRAVOS DE NOTIFICAÇÃO FICHA DE INVESTIGAÇÃO LEPTOSPIROSE		Nº			
Dados Gerais	1	Tipo de Notificação	2 - Individual	2	Data da Notificação		
	3	Município de Notificação			Código (IBGE)		
	4	Unidade de Saúde (ou outra fonte notificadora)			Código		
Dados do Caso	5	Agravo	LEPTOSPIROSE	Código (CID10)	6	Data dos Primeiros Sintomas	
				A 2 7 9			
	7	Nome do Paciente			8	Data de Nascimento	
	9	(ou) Idade	D - dias M - meses A - anos	10 Sexo M - Masculino F - Feminino I - Ignorado	11 Raça/Cor 1-Branca 2-Preta 3-Amarela 4-Parda 5-Indígena 9-Ignorado	12 Escolaridade (em anos de estudo concluídos) 1-Nenhuma 2-De 1 a 3 3-De 4 a 7 4-De 8 a 11 5-De 12 e mais 6-Não se aplica 9-Ignorado	
	13	Número do Cartão SUS		14	Nome da mãe		
Dados de Residência	15	Logradouro (rua, avenida,...)		Código	16	Número	
	17	Complemento (apto., casa, ...)		18	Ponto de Referência	19	UF
	20	Município de Residência		Código (IBGE)		Distrito	
	21	Bairro		Código (IBGE)	22	CEP	
	23	(DDD) Telefone		24	Zona	1 - Urbana 2 - Rural 3 - Urbana/Rural 9 - Ignorado	25
					Código		

**Anexo 01** – Parte da ficha que deve ser preenchida após a confirmação de um caso de leptospirose.

Antecedentes Epidemiológicos	26 Data da Investigação		27 Ocupação / Ramo de Atividade Econômica	
	28 Situação de Risco Ocorrida nos 25 dias que Antecederam os Primeiros Sintomas			
	<div style="text-align: right;">1 - Sim 2 - Não 9 - Ignorado</div> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <input type="checkbox"/> Lavou  <input type="checkbox"/> Lixo  <input type="checkbox"/> Limpeza de Caixa D'água  <input type="checkbox"/> Outras _____ </div> <div> <input type="checkbox"/> Água e/ou Lama de Enchente  <input type="checkbox"/> Água de Rio, Córrego, Lago, Etc  <input type="checkbox"/> Fossa, Esgoto </div> <div> <input type="checkbox"/> Criação de animais  <input type="checkbox"/> Carcaça de animais  <input type="checkbox"/> Contato direto com roedores </div> </div>			
29 Se afirmativo, Descrever data e endereço				
	Data	Município	UF	Endereço

**Anexo 02** – Em destaque o campo 29 da ficha do Sinan.